

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Paola Corte Real Oliveira**

**REVESTIMENTO MONOLÍTICO DE ALTO DESEMPENHO:  
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE APLICAÇÃO DE RESINA  
METIL METACRILATO (MMA) E PINTURA COM RESINA  
EPOXÍDICA A SUBSTRATO DE CONCRETO**

Porto Alegre  
Junho de 2017

**PAOLA CORTE REAL OLIVEIRA**

**REVESTIMENTO MONOLÍTICO DE ALTO DESEMPENHO:  
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE APLICAÇÃO DE RESINA  
METIL METACRILATO (MMA) E PINTURA COM RESINA  
EPOXÍDICA A SUBSTRATO DE CONCRETO**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser apresentado  
ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre

Junho de 2017

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico espatulado.....	16
Figura 2 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico autonivelante .....	17
Figura 3 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico de múltiplas camadas .....	18
Figura 4 – Junta de dilatação típica para solicitação mecânica média .....	27
Figura 5 – Junta de execução típica de laje sem movimentação .....	28
Figura 6 – Corte esquemático de substrato de concreto com revestimento em MMA.....	35
Figura 7 – Reação de polimerização em cadeia do metil metacrilato .....	37
Figura 8 – Processo de cura conforme a temperatura do ambiente .....	39
Figura 9 – Superfície de concreto suja com massa de reboco e tinta .....	42
Figura 10 – Dosagem do solvente .....	43
Figura 11 – Mistura manual dos componentes .....	43
Figura 12 – Ressurgimento de buraco preenchido na etapa de preparação do substrato .....	44
Figura 13 – Defeitos preenchidos com massa epóxi após a camada de imprimação .....	45
Figura 14 – Lixadeira manual.....	45
Figura 15 – Fissuras preenchidas e lixadas após a camada de imprimação .....	45
Figura 16 – Aplicação de tinta epóxi com rolo de lã.....	46
Figura 17 – Aplicação de tinta epóxi com pincel nos encontros com paredes .....	46
Figura 18 – Pintura de alto desempenho em alta espessura aplicada com resina epoxídica ....	47
Figura 19 – Junta de trabalho realizada com fita crepe .....	48
Figura 20 – Passarela metálica com fechamento em vidro, atravessa 2 pistas de rolamento com 3 faixas cada, tem acesso ao estacionamento do <i>shopping</i> e à calçada .....	49
Figura 21 – Revestimento monolítico executado até junta de dilatação para espera da continuação do revestimento .....	49
Figura 22 – Preparo da superfície de concreto com lixadeira com protetor acoplado ao aspirador de pó .....	50
Figura 23 – Grelhas instaladas sobre buracos de ventilação da passarela em área onde o revestimento já havia sido executado .....	51
Figura 24 – Abertura de chanfros com martelos ao redor dos buracos de ventilação .....	51
Figura 25 – Sulcos abertos no substrato de concreto em terminação com outro tipo de revestimento de piso .....	52
Figura 26 – Aspiração de partículas soltas nas juntas de dilatação .....	52
Figura 27 – Fissura da laje de concreto .....	53
Figura 28 – Abertura de chanfros ao longo da fissura da laje de concreto com rompedor elétrico .....	53

Figura 29 – Chanfros abertos ao longo das fissuras transversais da laje de concreto .....	53
Figura 30 – Galões de 15 kg de resina MMA e sacos de carga de pó de quartzo .....	55
Figura 31 – Adição de resina MMA ao balde de mistura.....	55
Figura 32 – Misturador de hélice metálica simples .....	56
Figura 33 – Aplicação de primer com rolo de lã ao substrato e aplicação com pincel nos chanfros abertos nas fissuras da laje.....	57
Figura 34 – Aspersão de grãos de quartzo sobre camada de imprimação úmida.....	57
Figura 35 – Chanfro aberto na fissura e no buraco de ventilação saturados com a resina MMA da camada de imprimação .....	58
Figura 36 – Secagem da camada de imprimação com grãos de quartzo aspergidos .....	58
Figura 37 – Preenchimento dos chanfros abertos nos buracos de ventilação e nas fissuras da laje: utilização de desempenadeira de aço para regularizar a argamassa .....	59
Figura 38 – Aplicação da camada autonivelante por 5 funcionários executando funções simultâneas .....	60
Figura 39 – Rodo dentado com dentes de altura 4 mm .....	60
Figura 40 – Espalhamento da camada autonivelante com rodo dentado.....	61
Figura 41 – Regularização da camada autonivelante com o uso de desempenadeira de aço ...	61
Figura 42 – Remoção de bolhas incorporadas na mistura com rolo quebra-bolhas .....	62
Figura 43 – Aspersão de grãos de quartzo sobre a superfície ainda úmida.....	62
Figura 44 – Camada autonivelante saturada com grãos de quartzo aspergidos .....	63
Figura 45 – Área de substrato de concreto úmida .....	63
Figura 46 – Junta de execução com 2 faixas de fita crepe .....	64
Figura 47 – Diferença entre revestimento com selante e camada autonivelante com areia aspergida.....	65
Figura 48 – Junta de execução.....	65
Figura 49 – Funcionários varrendo e recolhendo o excesso de areia aspergida.....	65
Figura 50 – Irregularidade da camada autonivelante na junta de dilatação do substrato .....	66
Figura 51 – Área em que a camada autonivelante não cobriu o substrato homogeneamente ..	66
Figura 52 – Aplicação de camada regularizadora com resina e aspersão de grãos de quartzo	67
Figura 53 – Aplicação da 1ª camada de selante com rolos de lã .....	68
Figura 54 – Raspagem de imperfeições causadas por acúmulo de grãos de quartzo .....	68
Figura 55 - Aplicação da 2ª camada de selante com rolos de lã.....	68
Figura 56 – Revestimento com acabamento superficial finalizado .....	69
Figura 57 – Corte do revestimento monolítico no lugar da junta de dilatação do substrato de concreto .....	69
Figura 58 – Preenchimento das juntas de dilatação com delimitador de espaço em polietileno expandido .....	70

Figura 59 – Preenchimento final das juntas de dilatação com resina metil metacrilato flexível .....	70
Figura 60 – Junta de dilatação preenchida.....	71
Figura 61 – Placa MDF preparada para receber revestimento .....	72
Figura 62 – Pesagem e mistura dos componentes .....	72
Figura 63 – Espalhamento da mistura com espátula plástica dentada.....	73
Figura 64 – Remoção de ar incorporado na mistura com rolo quebra-bolha .....	73
Figura 65 – Aspersão de grãos de quartzo atingindo a saturação da camada de resina .....	74
Figura 66 – Remoção do excesso de grãos de quartzo com escova .....	74
Figura 67 – Aplicação da 1ª camada de selante com rolo de espuma .....	75
Figura 68 – Raspagem da superfície para retirar imperfeições .....	75
Figura 69 – Revestimento finalizado e seco .....	75
Figura 70 – Revestimento decorativo com <i>flakes</i> .....	76
Figura 71 – Depósito de <i>flakes</i> em diversas cores.....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos revestimentos de alto desempenho .....	15
Quadro 2 – Classificação do tráfego.....	20
Quadro 3 – Comparativo das características da resina metil metacrilato com a resina epoxídica .....	38
Quadro 4 – Comparação da preparação do substrato .....	77
Quadro 5 - Comparação da mistura de componentes .....	79
Quadro 6 - Comparação da imprimação.....	80
Quadro 7 - Comparação da aplicação do revestimento .....	82
Quadro 8 - Comparação da execução de juntas.....	83

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Desempenho mínimo por tipo de revestimento .....	19
---	----

## **LISTA DE SIGLAS**

BPO – Peróxido de benzoína

MDF – *Medium density fiberboard*

MMA – Metil metacrilato

RAD – Revestimento de Alto Desempenho

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	8
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b>	10
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	10
2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA	10
2.2.1 Objetivo Principal	10
2.2.2 Objetivo Secundário	10
2.3 PREMISSA	10
2.4 DELIMITAÇÕES	11
2.5 LIMITAÇÕES	11
2.6 DELINEAMENTO	11
<b>3 REVESTIMENTO DE ALTO DESEMPENHO</b>	13
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO REVESTIMENTO	14
3.1.1 Revestimento monolítico espatulado	16
3.1.2 Revestimento monolítico autonivelante	16
3.1.3 Revestimento de múltiplas camadas	17
3.1.4 Pintura de alto desempenho	18
3.2 ESPECIFICAÇÃO DO REVESTIMENTO	18
3.2.1 Condições de tráfego	19
3.2.2 Frequência de impactos	20
3.2.3 Limpabilidade	21
3.2.4 Limites de temperatura do ambiente ou do líquido	21
3.2.5 Tipos de cargas	22
3.2.6 Aspecto superficial	22
3.2.7 Característica da superfície quanto ao uso	22
3.2.8 Potabilidade	22
3.2.9 Assepsia	23
3.2.10 Limites de refletância	23
3.2.11 Ataques por substâncias químicas, ordem de aplicação, tipos e concentrações	23
3.3 SUBSTRATO	24
3.3.1 Concreto novo	24
3.3.2 Concreto velho	25
3.3.3 Juntas	26

3.3.3.1 Junta de trabalho .....	26
3.3.3.2 Junta de dilatação .....	26
3.3.3.3 Junta de execução .....	27
<b>3.3.4 Preparação do substrato .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1 Mistura .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2 Camada de imprimação .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.3 Aplicação conforme tipo de revestimento .....</b>	<b>30</b>
3.4.3.1 Monolítico espatulado .....	30
3.4.3.2 Monolítico autonivelante .....	30
3.4.3.3 Monolítico de múltiplas camadas .....	31
3.4.3.4 Pintura de alto desempenho .....	31
<b>3.4.4 Cura do revestimento .....</b>	<b>32</b>
<b>4 RESINA METIL METACRILATO .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO EM RESINA MMA .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.1 Preparação do substrato .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.2 Camada de imprimação .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.3 Aplicação do revestimento .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.4 Cura .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 REAÇÃO QUÍMICA DA CURA DO METIL METACRILATO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS RESINAS MMA E EPÓXI ...</b>	<b>37</b>
<b>5 DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO COM RESINA EPOXÍDICA .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1.1 Preparação do substrato.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1.2 Dosagem e mistura dos elementos .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1.3 Aplicação do revestimento .....</b>	<b>44</b>
5.1.3.1 Imprimação .....	44
5.1.3.2 Pintura de alta espessura .....	46
<b>5.1.4 Execução de juntas .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO COM RESINA MMA .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.1 Preparação do substrato .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2.2 Dosagem e mistura dos elementos .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2.3 Aplicação do revestimento .....</b>	<b>56</b>
5.2.3.1 Imprimação .....	56
5.2.3.2 Revestimento autonivelante .....	59

5.2.3.3 Selante .....	67
<b>5.2.4 Execução de juntas .....</b>	<b>69</b>
5.3 REVESTIMENTO COM RESINA MMA EM LABORATÓRIO .....	71
<b>6 COMPARAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO .....</b>	<b>77</b>
6.1 ANÁLISE DA PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO .....	77
6.2 ANALISE DA MISTURA DE COMPONENTES .....	78
6.3 ANALISE DA IMPRIMAÇÃO .....	80
6.4 ANALISE DA APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO .....	81
6.5 ANALISE DAS JUNTAS EXECUTADAS .....	83
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>86</b>
ANEXO A .....	88
ANEXO B .....	90
ANEXO C .....	95

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de 1980 o mercado de revestimentos para pisos de concreto se desenvolveu no Brasil, ocupando um espaço importante em vários segmentos industriais, os quais careciam de soluções para as suas grandes solicitações de carga, ataques químicos e higienização dos pavimentos. O concreto é projetado para as cargas de utilização e geralmente não é considerada sua resistência superficial. Como solução à resistência superficial podem ser utilizados tratamentos superficiais a base de argamassas com cimento, agregados metálicos e aditivos especiais, mas estes não englobam os ataques químicos e a necessidade de higienização que os pisos de algumas indústrias sofrem. Surgiu então a opção de utilizar resinas para a proteção dos substratos de concreto.

Com a expansão do setor de revestimentos de pisos, em 1998 foi lançada a norma técnica NBR 14050. Foi elaborada para estabelecer os procedimentos para projeto e execução de sistemas de revestimentos de alto desempenho (RAD) à base de resinas epoxídicas aplicadas em substratos de concreto e metálico. As resinas epoxídicas representam a maior parte do mercado de revestimentos de alto desempenho. Esta resina começou a ser aplicada em revestimento nos anos 50 e hoje é amplamente usada por causa da sua alta versatilidade, fácil manipulação, boa resistência química e baixo custo, se comparada a outras resinas.

A norma caracteriza o revestimento de alto desempenho em função das necessidades do usuário e conforme onze critérios de desempenho e seu grau/tipo de solicitação. Os critérios que serão considerados pelo projetista são: condições de tráfego, frequência de impactos, limpabilidade, limites de temperatura do ambiente, tipos de cargas, aspecto superficial, característica da superfície quanto ao uso, potabilidade, assepsia, limites de refletância, e ataques por substâncias químicas.

As resinas de Metil Metacrilato (MMA) começaram a ser empregadas na construção civil na década de 1960 na Alemanha devido à necessidade de um produto que concedesse fácil e rápida aplicação sobre substratos de concreto, cerâmica, madeira ou metal. Sua utilização sobre o piso previamente preparado proporciona uma superfície de elevada resistência mecânica e química, com acabamento impermeável de fácil limpeza e grande assepsia. O que

conquistou o mercado mundial foi principalmente a alta durabilidade da superfície protegida pela resina. Apesar do alto custo de implantação da técnica, o custo-benefício deve-se ao baixo custo de manutenção e conservação do piso.

Este trabalho de conclusão é um estudo comparativo entre duas técnicas diferentes de RAD: o revestimento monolítico de camadas múltiplas e a pintura de baixa espessura. Em cada técnica será aplicada uma resina diferente, o MMA e a resina epóxi respectivamente. Serão observadas as etapas de execução de cada técnica e, considerando fatores em comum e analisando as diferentes condições de cada caso, será realizada a comparação de ambos os métodos.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes propostas para elaboração do trabalho encontram-se nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: a resina de metil metacrilato (MMA) possui aplicação mais rápida e prática que a resina epoxídica?

### **2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão descritos a seguir, conforme classificação de principal e secundário.

#### **2.2.1 Objetivo Principal**

O objetivo principal do trabalho é a realização de uma análise comparativa de duas técnicas de revestimento de alto desempenho (RAD) em relação à facilidade e tempo de aplicação.

#### **2.2.2 Objetivo Secundário**

O objetivo secundário do trabalho é abordar as técnicas construtivas de execução de revestimento de alto desempenho.

### **2.3 PREMISSA**

O trabalho tem por premissa que os revestimentos analisados atendem a norma técnica NBR 14050 que aborda a utilização de resinas epoxídicas para a obtenção de revestimentos de alto desempenho.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a uma obra com aplicação de revestimento monolítico em resina MMA na cidade de São Paulo e a uma obra com aplicação de pintura com resina epoxídica na cidade de Porto Alegre. Os pisos estudados foram executados por empresas especializadas.

## 2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) o trabalho limita-se ao estudo das etapas de preparação do substrato, da aplicação da camada da resina com seus acabamentos superficiais, até a obtenção do produto final;
- b) o número de obras estudadas será limitado devido a pouca disponibilidade de aplicação destes revestimentos, mas é considerado suficiente para a elaboração deste estudo de caso.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das seguintes etapas, as quais são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição dos revestimentos de alto desempenho;
- c) descrição do revestimento de piso à base de resina MMA;
- d) acompanhamento da execução dos revestimentos em obra;
- e) análise e comparação dos procedimentos;
- f) conclusão.

A **pesquisa bibliográfica** tem o propósito de fornecer a base teórica necessária para o desenvolvimento do trabalho e foi realizada durante todas as etapas do mesmo. Foram consultados normas técnicas, laudos técnicos e artigos relacionados ao tema objeto deste estudo.

A etapa de **descrição dos revestimentos de piso** expôs os métodos e as técnicas de aplicação de cada resina em estudo. Compreendeu a especificação do revestimento, a preparação do substrato, aplicação da resina e a cura, indicando também os cuidados exigidos nas juntas.

Na etapa posterior ocorreu o **acompanhamento da execução dos revestimentos em obra**, onde se observou as técnicas realmente utilizadas e a adequação da teoria na prática. A partir destas observações se procederam a **análise dos procedimentos** e a comparação entre a facilidade e tempo de aplicação de cada elemento do conjunto que compõe o revestimento final.

Por fim, a última etapa do trabalho consistiu na **conclusão** com as considerações finais sobre o trabalho, definindo se o objetivo e a questão de pesquisa foram atendidos e respondidos.



### 3 REVESTIMENTO DE ALTO DESEMPENHO

De acordo com a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) aplica-se a definição para revestimento de alto desempenho (RAD):

Revestimento de superfície, constituído por produto composto basicamente de aglutinantes à base de resinas epoxídicas, com ou sem solventes, endurecedores e agregados minerais, podendo, dependendo da classe, conter também pigmentos e cargas minerais. A função dos RAD é proteger substratos de concreto e metálico, resultando em um acabamento final resistente aos ataques químicos e às solicitações físicas descritas nesta Norma.

Os sistemas de RAD são compostos basicamente de aglutinantes a base de resinas epoxídicas e, quando necessário, agregados minerais. Conforme a aplicação, os tipos de aglutinantes e os minerais empregados, podem apresentar diferentes níveis de desempenho físico e químico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

Diversas resinas sintéticas podem ser utilizadas para compor estes sistemas, podendo ser epóxi, poliuretano, uretano ou metil metacrilato (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO, 2011).

Os resultados obtidos por este tipo de revestimento são requeridos para cumprir requisitos diversos: higiênicos, estéticos, anticorrosivos, antiderrapantes, resistência à abrasão e a impactos, resistência à ação mecânica e resistência química. Podem ser obtidos de forma conjunta ou independente dependendo do desempenho mínimo necessário para a finalidade do piso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998). Portanto, pode ser usado tanto em pisos residências, para atender ao requisito estético, quanto em pisos industriais com cargas pesadas rolantes, para atender altas solicitações abrasivas e mecânicas.

Segundo Tschopp e Haddad (2011) “em determinados setores industriais, as normas vigentes exigem determinadas características, em matéria de higiene e segurança ocupacional quanto ao piso”.

Um exemplo é a regulamentação para indústria farmacêutica da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2010, p. 29) que exige que:

Art. 129. Nas áreas onde as matérias-primas, os materiais de embalagem primários, os produtos intermediários ou a granel estiverem expostos ao ambiente, as superfícies interiores (paredes, piso e teto) devem ser revestidas de material liso, impermeável, lavável e resistente, livres de juntas e rachaduras, de fácil limpeza, permitindo a desinfecção e não libere partículas.

Portanto, por ser uma solução esteticamente agradável e com alto desempenho físico e químico o revestimento de alto desempenho é uma solução muito utilizada em *shoppings centers*, escolas, lojas de departamento, estacionamentos, escritórios, residências e principalmente em indústrias de diversos setores.

As principais vantagens de pisos de alto desempenho com aplicação de resinas são as seguintes (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999, p. 3, tradução nossa):

- a) forte ligação permanente à base do concreto;
- b) excelente resistência a um amplo espectro de produtos químicos agressivos;
- c) impermeável a líquidos;
- d) resistência aumentada, durabilidade, resiliência, resistência ao impacto ou à abrasão;
- e) superfícies higiênicas e de fácil limpeza;
- f) maior resistência à fissuração;
- g) baixa espessura aplicada;
- h) instalação rápida e cura com interrupção mínima das operações normais.

### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DO REVESTIMENTO

A norma NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 4) classifica os tipos de RAD conforme indicados no quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos revestimentos de alto desempenho

<b>Tipo</b>	<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	<b>Espessura [mm]</b>	<b>Natureza dos constituintes</b>	<b>Textura superficial</b>
1	Monolítico	Espatulado	3,00 a 10,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais	Lisa Semilisa Áspera
2		Autonivelante	1,50 a 6,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais	Lisa
3		Camadas múltiplas	1,50 a 4,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais Pigmentos	Áspera
4	Pintura	Baixa espessura	0,10 a 0,18	Resinas epóxi Endurecedor com ou sem pigmentos com ou sem solventes	
		Alta espessura	> 0,18 a 1,00	Resinas epóxi Endurecedor sem solventes	
5	Decorativo monolítico	Espatulado	3,00 a 10,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais	Lisa Semilisa Áspera
		Autonivelante	1,50 a 4,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais	Lisa Semilisa
		Camadas múltiplas	1,50 a 4,00	Resinas epóxi Endurecedor Agregados minerais Pigmentos	Semilisa Áspera

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 4)

Observa-se no quadro 1 que dentro da classe de revestimento monolítico existem três formas de aplicações: espatulada, autonivelante e de camadas múltiplas.

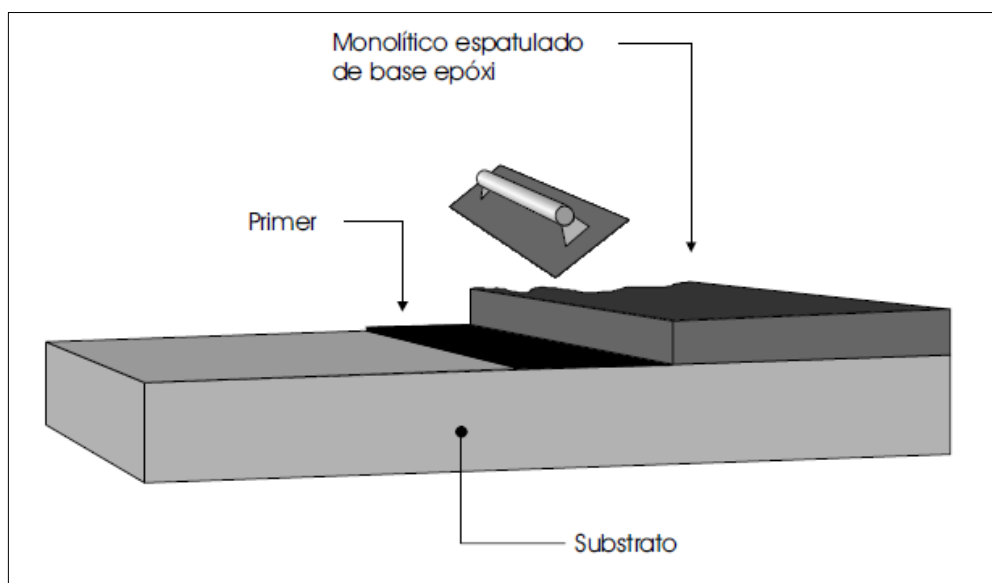
Pisos monolíticos são revestimentos de alto desempenho em camada contínua que possuem somente as juntas de movimentação. Estas juntas são espaços regulares com a função de aliviar as tensões produzidas pela movimentação da laje de concreto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

### 3.1.1 Revestimento monolítico espatulado

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) define o revestimento monolítico espatulado como um “RAD com consistência seca, aplicado à espátula”.

A aplicação (figura 1) é realizada em duas etapas: a argamassa e a pintura de acabamento. É o revestimento que possui maior resistência a impacto, pois possui a maior espessura média. Apesar de apresentar longa duração e fácil manutenção tem a desvantagem de ter a estrutura interna muito porosa, necessitando uma pintura de alta espessura para fechar os poros da argamassa. Este método apresenta um revestimento final com baixo índice de planicidade e com muita variabilidade na espessura (FONTEYNE, 2014).

Figura 1 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico espatulado



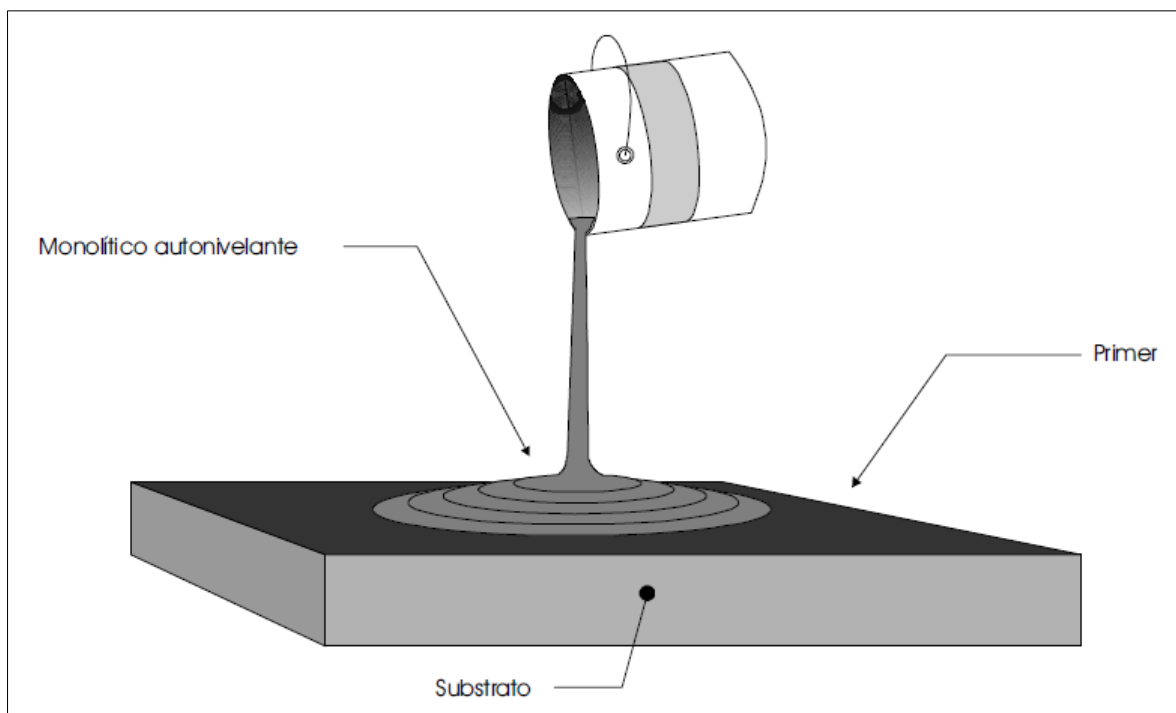
(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 15)

### 3.1.2 Revestimento monolítico autonivelante

De acordo com a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) o revestimento monolítico autonivelante é um “RAD que possui propriedades de alta fluidez e auto-acomodação, sem necessidade de aplicação forçada, utilizando-se tão somente a força de gravidade”, conforme figura 2.

É um revestimento de camada única, sem poros, de textura lisa e brilhante, tendo como vantagens a rapidez de aplicação, boa planicidade e facilidade de limpeza (FONTEYNE, 2014).

Figura 2 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico autonivelante



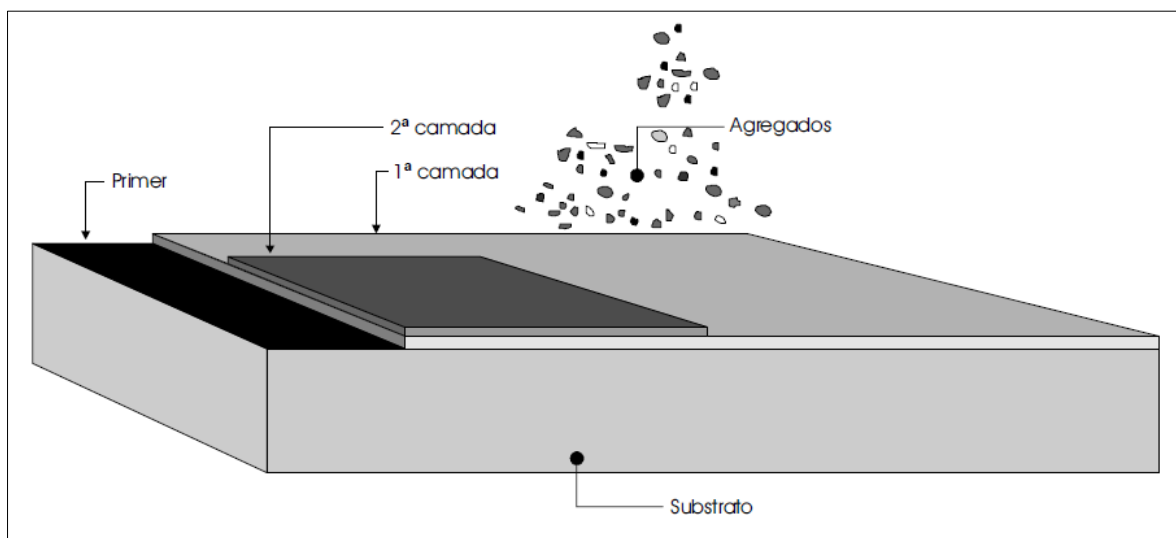
(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 15)

### 3.1.3 Revestimento de múltiplas camadas

Segundo a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) o revestimento de múltiplas camadas é um “RAD formado por um conjunto de camadas superpostas e intimamente aderidas entre si”.

É um revestimento que combina camadas de acabamentos diversos estabelecendo, assim, alta resistência a impactos e à abrasão, pouca variabilidade na espessura, longa duração e alta planicidade. No entanto, como é aplicado em várias camadas (figura 3) tem um período maior de aplicação (FONTEYNE, 2014).

Figura 3 – Corte esquemático da aplicação do revestimento monolítico de múltiplas camadas



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 15)

### 3.1.4 Pintura de alto desempenho

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) define a pintura de alto desempenho como um “RAD de baixa ou alta espessura, aplicado a pincel, rolo ou pistola, onde os critérios de desempenho são eminentemente de natureza química”.

## 3.2 ESPECIFICAÇÃO DO REVESTIMENTO

Conforme Tschopp e Haddad (2011) “a especificação para o revestimento do piso deve corresponder ao ciclo de vida ou a um dado período previsto sem manutenção, mas com conservação determinante para cada projeto”.

A seleção adequada do RAD para cada tipo de aplicação garante a durabilidade do piso. Portanto, na fase de projeto, é importante considerar o estado do substrato: concreto novo ou concreto já existente, e assim dimensionar o revestimento (OLIVEIRA, 2012).

A seleção do tipo de revestimento deve atender as necessidades específicas do usuário, considerando os critérios de desempenho com o grau de solicitação desejada e, ainda, atender o desempenho mínimo do produto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) conforme tabela 1.

Tabela 1 – Desempenho mínimo por tipo de revestimento

Requisitos		Dimensão	Tipo			
			1	2	3	4
Resistência ao impacto		mm	0,30	0,25	0,20	n.a.
Resistência à abrasão <sup>1</sup>		mm	2,30	0,90	1,20	n.a.
Resistência à tração		mm	6,50	8,50	n.a.	n.a.
Resistência à compressão		MPa	45,00	40,00		n.a.
Resistência à flexão		MPa	20,00		25,00	n.a.
Resistência de aderência		MPa	2,50			3,00
Consistência			Seca	Fluida	Pintura	n.a.
Absorção		%	1,00	0,30	0,25	0,20
Sólidos por volume	Baixa espessura	%	n.a.			75,00
	Alta espessura					100,00
Resistência química <sup>2</sup>		<sup>3</sup>	acordo entre fabricante e usuário			

NOTA - n.a. significa não aplicável.

<sup>1</sup> Valores relativos a NBR 12042

<sup>2</sup> Em função da multiplicidade ou concentração de ácidos

<sup>3</sup> Verificação da alteração da cor e aspecto superficial, limites de variação de volume e massa, limites de variação da resistência à compressão

(fonte: adaptada de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5)

De acordo com a NBR 14050 os revestimentos monolíticos decorativos devem apresentar os mesmos desempenhos mínimos dos tipos 1, 2 e 3. A diferença está no efeito decorativo atribuído pela adição de grânulos ou agregados minerais com diferentes formas, tamanhos, cores e distribuição superficial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

A especificação do revestimento depende dos critérios que consideram variados tipos de solicitações que o piso deve atender. No anexo A pode-se consultar a tabela fornecida pela NBR 14050 que constam os níveis de atendimento das solicitações para cada tipo de revestimento.

### 3.2.1 Condições de tráfego

Deve ser considerada a utilização do piso, conforme o tipo, extensão e frequência do tráfego (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

A Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho (2011) classifica os níveis de tráfego conforme quadro 2.

Quadro 2 – Classificação do tráfego

<b>Tipo de Tráfego</b>	<b>Descrição</b>
Tráfego Leve - TL	Tráfego leve de pedestre e ocasional de veículos de roda de borracha
Tráfego Médio - TM	Tráfego constante de pedestres, tráfego frequente de empilhadeiras, tráfego ocasional de carrinhos de roda rígida
Tráfego Pesado - TP	Tráfego constante de empilhadeiras, tráfego de carrinhos de roda rígida, algum impacto
Tráfego Muito Pesado - TMP	Tráfego pesado severo e com impactos

(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO, 2011, p. 1)

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28) ainda considera a opção de nenhum tráfego, que é utilizada para o uso em paredes e em tanques e canaletas.

### 3.2.2 Frequência de impactos

A frequência de impactos é a seguinte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28):

- a) intermitentes, ou seja, que ocorrem regularmente e a intervalos: [...];
- b) esporádicos, ou seja, que ocorrem raras vezes ou acidentalmente: [...];
- c) constantes: [...].

De acordo com Fonteyne (2014):

A espessura do revestimento será definida por dois fatores: a necessidade de resistência a impacto e a qualidade do substrato ( piso de concreto). Se na área a ser revestida há queda constante de objetos ou risco de impacto, faz-se necessária a execução de um revestimento mais espesso para absorção dos impactos.



A escolha correta do revestimento deve considerar o tipo de carga e a gravidade do impacto para que a espessura do revestimento a ser instalado seja corretamente projetada (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999, tradução nossa).

### 3.2.3 Limpabilidade

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28) define a classificação de limpabilidade como segue:

- a) com água morna até 40°C;
- b) com produtos de limpeza: [...];
- c) com produtos de limpeza forte: [...];
- d) com produtos químicos específicos; e
- e) limpeza mecânica.

### 3.2.4 Limites de temperatura do ambiente ou do líquido

*The Resin Flooring Association* (2001, p. 2, tradução nossa) define como:

Temperaturas que o revestimento é obrigado a suportar em serviço normal ou como parte das operações de limpeza, e se a exposição for por calor radiante, por condução ou por contato direto.

Os limites de temperatura são muito importantes, pois a intensidade dos ataques químicos sofre influência da temperatura. Também existe a possibilidade de ocorrer choque térmico na superfície, afetando sua durabilidade. Portanto, é necessário que na fase de especificação sejam consideradas a temperatura de serviço, a temperatura máxima e mínima e a velocidade de aquecimento e resfriamento do ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

Conforme *The Resin Flooring Association* (1999, p. 9, tradução nossa), “a maioria das resinas sintéticas apresenta baixas temperaturas de distorção ao calor, geralmente entre 50 e 100°C, muito abaixo que pisos cerâmicos ou pisos de concreto”.

### 3.2.5 Tipos de cargas

As cargas podem ser classificadas como segue NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28):

- a) móveis de grande frequência: [...];
- b) estáticas: [...];
- c) dinâmicas: [...];
- d) vibração: [...];
- e) agitação: [...].

### 3.2.6 Aspecto Superficial e cor

O aspecto superficial de revestimentos de alto desempenho representam fatores estéticos e efeitos decorativos (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999, tradução nossa).

A superfície pode ser classificada como lisa, semilisa ou áspera, e, ainda, brilhante, semibrilhante ou fosca (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

### 3.2.7 Característica da superfície quanto ao uso

A superfície de revestimento de alto desempenho pode ser projetada para ter desempenho normal, semiderrapante ou antiderrapante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

De acordo com Fonteyne (2014) “em salas molhadas deve-se equilibrar a textura de modo que não fique escorregadio nem muito antiderrapante, o que prejudicaria a limpeza do revestimento”.

### 3.2.8 Potabilidade

A potabilidade considera se o piso tem contato ou não com alimentos ou bebidas na sua utilização final (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

### 3.2.9 Assepsia

Segundo a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 29) a assepsia do revestimento é uma “condição essencial para a indústria de alimentos ou bebidas”.

Conforme Fonteyne (2014):

A textura do revestimento está intrinsecamente relacionada à assepsia e higienização. Um revestimento com textura muito rugosa é mais resistente a riscos e a abrasão, porém, poderá dificultar a limpeza. Especificam-se as texturas mais lisas quando se necessita facilidade e exigência maior na higienização da sala.

### 3.2.10 Limites de refletância

A NBR 14050 classifica os limites de refletância em brilhante, semibrilhante e opaco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

### 3.2.11 Ataques por substâncias químicas, ordem de aplicação, tipos e concentrações

Quanto à resistência química dos RAD, pode-se afirmar, segundo *The Resin Flooring Association* (2005, p. 2, tradução nossa), que:

Os revestimentos de resina têm sido usados por muitas décadas para proporcionar revestimentos protegidos quimicamente, geralmente para substratos de concreto, mas também para metais ou outros substratos. [...] A função do revestimento pode ser proteger o substrato de concreto contra a erosão superficial ou evitar o ataque ao reforço com a consequente perda da integridade estrutural. Cada vez mais, pisos quimicamente resistentes tem uma finalidade ambiental de prevenir que líquidos contaminem o solo sob a estrutura.

O ataque químico de uma resina de revestimento de piso pode ser caracterizado como a quebra da estrutura do polímero de uma forma que a resina perca a capacidade de cumprir a sua função de proteger o substrato. Os principais agentes do ataque químico de pisos são:

---

Revestimento monolítico de alto desempenho: estudo comparativo entre aplicação de resina metil metacrilato (MMA) e pintura com resina epoxídica a substrato de concreto

solventes, ácidos ou álcalis e materiais orgânicos reativos (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

A NBR 14050 divide os ataques por substâncias químicas conforme o tipo de produto químico: produtos normais de limpeza ou outros produtos mais específicos conforme utilização do piso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

### 3.3 SUBSTRATO

O desempenho estrutural do substrato independe do revestimento superficial, pois a única função da resina é fornecer um acabamento protetor a base. Portanto, o substrato deve ser projetado de forma que suporte as tensões estruturais, térmicas e mecânicas que ocorrerão durante a sua utilização. Qualquer falha do substrato em permanecer estável afeta a estabilidade do acabamento. Consequentemente, o craqueamento do concreto irá causar danos no seu acabamento superficial, já que é inevitável a tendência de refletir os defeitos da base (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

Quanto ao revestimento de alto desempenho, Oliveira (2012) também afirma que:

[...] seu desempenho e vida útil poderão estar completamente comprometidos se houverem deficiências na preparação da superfície ou falhas no substrato tais como: movimentações não previstas, umidade ascendente, falta de previsão ou de proteção de juntas, etc.

A NBR 14050 tem como requisito para substratos de concreto, tanto novo quanto velho, o seguinte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 6):

Deve apresentar-se íntegro e dentro da faixa de umidade superficial especificada em projeto; sua superfície deve estar livre e isenta de nata de cimento, produtos de cura química ou selantes, incompatíveis com o RAD, contaminações com óleos, graxas ou pinturas anteriores.

#### 3.3.1 Concreto novo

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 6) especifica que:

A superfície do concreto novo, contrapisos e rebocos devem receber acabamento uniforme nivelado e apresentar uma textura levemente áspera quanto ao aspecto, muito semelhante àquele apresentado por uma lixa de papel de gramatura nº 50.

Qualquer contaminação residual ou irregularidade na superfície da base poderá prejudicar a adesão do revestimento ao substrato, afetando a estética e a durabilidade do sistema (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 2011).

A fim de evitar a umidade ascendente deve-se fazer a especificação de drenagem e impermeabilização do piso e, principalmente, respeitar o tempo de cura e secagem do concreto novo. O ideal é que a aplicação do RAD seja executada somente quando a umidade superficial do substrato for inferior a 5% (OLIVEIRA, 2012).

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 11) recomenda “aplicar os RAD em concretos novos com idade de cura mínima de sete dias, respeitando as condições de umidade do substrato conforme projeto”.

### **3.3.2 Concreto velho**

Toda a contaminação por óleo e graxas e as pinturas de piso devem ser removidas mecanicamente, por limpeza a vapor ou por tratamento biológico. Quando limpo de toda contaminação, o concreto velho deve ter sua superfície desgastada por meios mecânicos a fim de remover a matriz de cimento superior e expor uma superfície sólida e estável com agregado graúdo exposto (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

Nos casos em que a contaminação do substrato for muito grave ou de longa duração, nenhum método de remoção será totalmente efetivo, o que não permitiria uma ligação satisfatória entre piso e revestimento. Em tais casos é necessária a remoção da base afetada seguida da sua reintegração com concreto novo (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

Para impossibilitar a ocorrência de umidade ascendente, a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 6) indica que:

Em lajes existentes onde não haja uma membrana impermeável ou onde esteja danificada, pode ser necessário adotar sistemas permeáveis ao vapor d'água ou utilizar técnicas de imprimações especiais.

### **3.3.3 Juntas**

Para a obtenção de um revestimento monolítico o ideal é minimizar o número de juntas, projetando-as conforme a necessidade, o tipo e o posicionamento (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

Em função do tipo de revestimento o projeto deve prever detalhes construtivos para cada tipo de junta que será realizada após o período de cura da resina.

#### **3.3.3.1 Junta de trabalho**

Conforme a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) as juntas de trabalho são executadas “quando não é possível interromper a aplicação diária do RAD nas juntas preestabelecidas”.

No caso do revestimento monolítico autonivelante a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 7) indica que a junta de trabalho deve obedecer a seguinte sequência de execução:

- a) aplicar sobre o substrato, ao longo do alinhamento da junta, uma fita adesiva com largura aproximada de 50 mm e finalizar a aplicação do RAD, com o material sobrepondo parcialmente a fita adesiva;
- b) após um período de tempo determinado pelo fabricante do RAD, remover a fita adesiva definindo o alinhamento da junta;

[...]

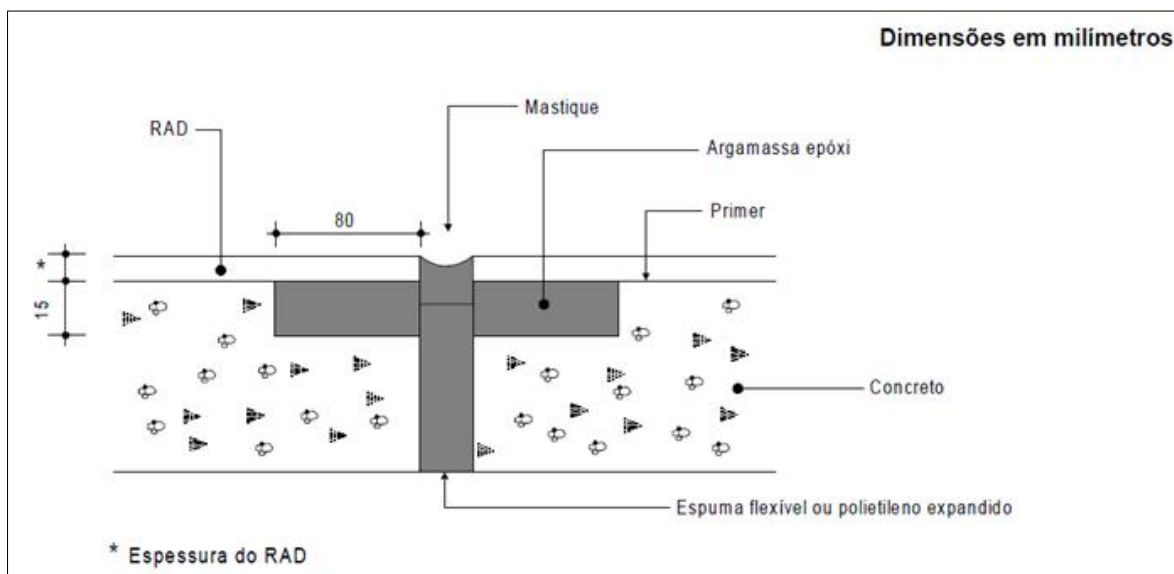
#### **3.3.3.2 Junta de dilatação**

A junta de dilatação é definida pela NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) como o “espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto”.

De acordo com *The Resin Flooring Association* (1999, p. 12, tradução nossa) “todas as juntas de movimento vivo no piso devem ser transportadas através do revestimento de resina sintética”.

As juntas de dilatação devem ser executadas conforme figura 4.

Figura 4 – Junta de dilatação típica para solicitação mecânica média

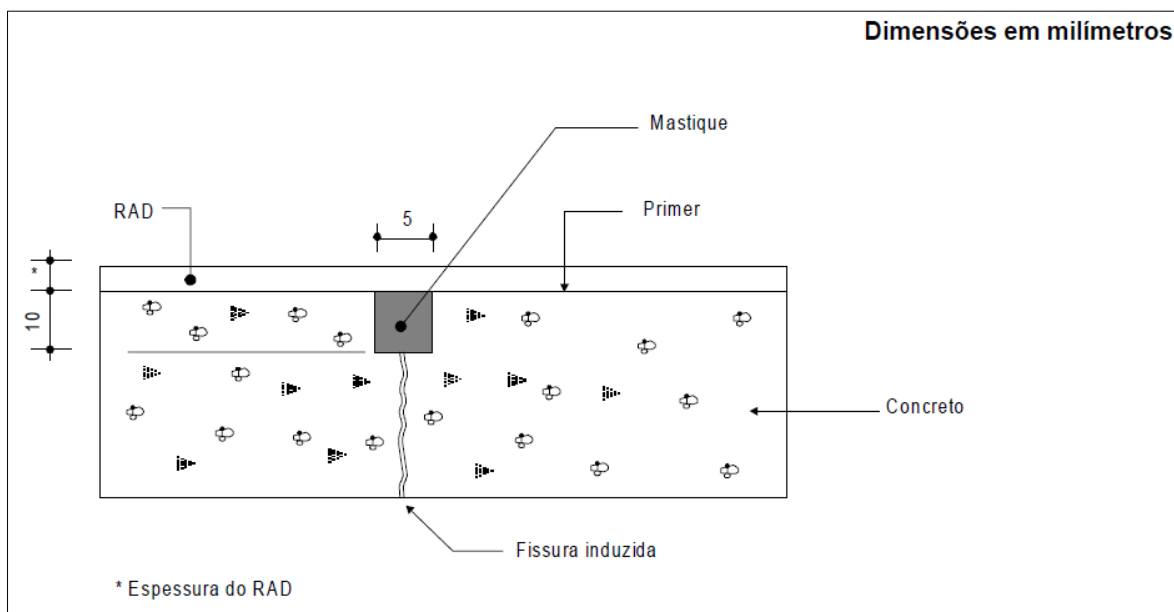


(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 7)

### 3.3.3.3 Junta de execução

As juntas de execução, de acordo com a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 7), são executadas “quando não houver movimentação da laje”, conforme figura 5. Considera-se laje sem movimentação quando a estrutura não está sujeita a grandes deformações ou à fissuração.

Figura 5 – Junta de execução típica de laje sem movimentação



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 8)

### 3.3.4 Preparação do substrato

A preparação do substrato é o procedimento que produz uma superfície sã, limpa e apropriadamente áspera que garantirá a adesão do revestimento ao piso. Serve para retirar as contaminações existentes no substrato, abrir os poros do concreto e aumentar a área de ancoragem da base (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO, 2012).

Conforme a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 11) deve se certificar que “todas as superfícies que irão receber o RAD foram tratadas a fim de remover eventuais contaminações e conferir rugosidade necessária à aderência do revestimento ao substrato”.

A preparação da base é muito importante para que receba revestimentos a base de resinas, pois a sua falha poderá resultar em perda de adesão e falha do sistema de revestimento (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 12) indica algumas técnicas para o preparo do substrato de concreto:

- a) desbaste superficial;



- b) escarificação mecânica;
- c) polimento superficial e lixamento eletromecânico;
- d) jateamento de granalha;
- e) lavagem com soluções ácidas;
- f) lavagem com soluções desengraxantes.

*The Resin Flooring Association* (1999, p. 14, tradução nossa) indica que “após a preparação da superfície, todos os detritos e sujeira soltos devem ser removidos por equipamentos de vácuo. As operações de preparação devem ser atrasadas até pouco antes de o piso ser colocado para evitar o risco de contaminação ou acumulação adicional de sujeira”.

### 3.4 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO

Alguns procedimentos são necessários para a execução do revestimento de alto desempenho, seguindo principalmente as recomendações do fabricante.

#### 3.4.1 Mistura

Todos os produtos devem ser misturados mecanicamente para formar uma mistura homogênea. No caso de pinturas, chamadas de sistemas não preenchidos, geralmente são fornecidos um ou dois componentes líquidos. Os outros tipos de revestimento, caracterizados como sistemas cheios, têm adição de “cargas”, que são basicamente agregados de enchimento do revestimento, estes são adicionados gradualmente à mistura depois de os componentes líquidos já estarem homogeneizados, sempre se assegurando uma molhagem total dos agregados pela resina (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

#### 3.4.2 Camada de imprimação

Após a limpeza e regularização do substrato aplica-se a camada de *primer*, que é a ponte de aderência entre base e revestimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

*The Resin Flooring Association* (1999, p. 16, tradução nossa) determina que:

Deve ser selecionado um *primer* que seja apropriado para a natureza e o teor de umidade do substrato. Depois de misturar os componentes do iniciador juntos, deve ser aplicado o mais rápido possível após a mistura, e dentro da sua vida útil, ao substrato preparado. O *primer* deve ser aplicado uniformemente com uma escova rígida, rolo de lã ou por meio de fricção apertada. O substrato deve ser completamente molhado pelo *primer* e a penetração máxima no substrato é essencial. A saturação total da superfície é desejável [...].

### **3.4.3 Aplicação conforme o tipo de revestimento**

Cada tipo de revestimento (quadro 1) tem um método diferente de aplicação conforme suas características.

#### 3.4.3.1 Monolítico espatulado

O revestimento espatulado é aplicado uniformemente com espátula logo após a aplicação do *primer*, enquanto a camada de imprimação ainda estiver pegajosa. O RAD deve ser compactado com desempenadeira de madeira e acabado com desempenadeira de aço, de modo que resulte em uma superfície com acabamento e espessura especificados em projeto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

*The Resin Flooring Association* (1999, p. 17, tradução nossa) destaca que “como o pavimento é feito à mão, inevitavelmente haverá pequenas variações na aparência da superfície resultantes da fricção”. Portanto a mão de obra deve ser especializada para que o revestimento seja executado com o mínimo de variações.

#### 3.4.3.2 Monolítico autonivelante

Para a aplicação do revestimento autonivelante deve-se manter a camada de *primer* com a menor espessura possível e, quando a mesma estiver seca, espalhar o revestimento com desempenadeira, distribuindo-o de forma homogênea. Vale ressaltar que a mistura deve ser espalhada calma e firmemente, mantendo a espessura prevista em projeto. Em seguida, para a

remoção do ar incorporado, passa-se o rolo quebra-bolhas por meio de movimento vaivém, retirando as marcas da desempenadeira e formando uma camada superficial rica em resina (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

#### 3.4.3.3 Monolítico de múltiplas camadas

Geralmente o revestimento composto de múltiplas camadas é formado por combinações de diferentes tipos de revestimento, como as pinturas e os autonivelantes, intercalados com dispersão de agregados (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.13) indica que o revestimento multicamadas deve ser realizado como segue:

[...] aplica-se o primer selador e/ou camada base compatível com o substrato e suas condições.

Imediatamente após devem-se espalhar os agregados até a cobertura total da camada anteriormente aplicada [...].

Após o endurecimento desta camada, remove-se o excesso de agregados e repetem-se as operações anteriores até a obtenção da espessura de revestimento especificada em projeto, concluindo-se o revestimento com a aplicação da camada de acabamento.

#### 3.4.3.4 Pintura de alto desempenho

Geralmente, as pinturas de alto desempenho são aplicadas por escova ou rolo em duas ou mais camadas. A primeira camada pode curar durante 16 a 24 horas até que esteja livre de aderência e possa receber a próxima camada (THE RESIN FLOORING ASSOCIATION, 1999).

A NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.14) indica que sejam observados “os intervalos mínimos e máximos para a aplicação das camadas de acabamento, a fim de se obter a espessura especificada em projeto”.

### 3.4.4 Cura do revestimento

Conforme a NBR 14050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.13-14) todos os tipos de revestimento tem por recomendação um prazo mínimo de liberação ao uso da área:

- a) 24h para tráfego leve;
- b) 72h para tráfego pesado e intensas solicitações mecânicas;
- c) sete dias para exposição à água e produtos químicos.

*The Resin Flooring Association* (1999, p. 10, tradução nossa) ressalta que “alguns pisos de resinas, particularmente aqueles baseados em resinas metil metacrilato (MMA) podem curar muito mais rápido para atingir o desempenho total em questão de horas”.

## 4 RESINA METIL METACRILATO

A resina metil metacrilato (MMA) é utilizada de várias formas, como: implantes dentário e ósseo, lentes de contato, fibras óticas, materiais ortopédicos, vidros a prova de bala, etc. Na década de 1960 começou a ser empregada sobre pisos de concreto, de cerâmica, de madeira e de metal, como um revestimento de alto desempenho de fácil aplicação e cura rápida (WOLFF, 2015).

O desempenho físico do revestimento depende da natureza de flexibilidade da resina, da espessura do revestimento e do tipo e tamanho do agregado. A resina utilizada pode apresentar características flexível, semirrígida ou rígida, conforme o tipo de solicitação que deve atender, conforme a NS Brazil (2011, p.1):

- a) **flexível** e elástica com resistência à abrasão, mesmo em baixas temperaturas até - 30°C. Indicado também como membrana elástica para minimizar fissuras no revestimento de pisos [...];
- b) **semirrígida** indicada para áreas de produção em geral [...] e áreas com grande intensidade de fluxo de água sobre o revestimento, inclusive choque térmico e impactos frequentes;
- c) **rígida** para áreas de alto tráfego e alta solicitação física.

As camadas de resina MMA podem ser intercaladas com diferentes flexibilidades. Deve-se observar, porém, que uma camada flexível deve estar sempre abaixo de uma camada mais rígida, garantindo, assim, que o revestimento não apresente rachaduras transmitidas da base à superfície (SILIKAL, 2017).

As resinas a base de metil metacrilato são muito resistentes quimicamente a diversos compostos químicos. No entanto, segundo *Evonik* (2014, p. 1, tradução nossa) “podem ser degradadas por oxidação ou apresentar expansão devido a alguns solventes, não sendo mais capazes de suportar carregamentos mecânicos”.

No anexo B estão listados os resultados de testes de resistência química de vários agentes de ataque químico para algumas formulações de resinas MMA. Deve-se considerar que as mudanças de formulações, de cargas e pigmentos podem influenciar os resultados dos testes (EVONIK, 2014).

A manutenção e limpeza do revestimento a base de resinas MMA deve ser realizada considerando as especificações de fabricante, já que este tipo de resina é muito sensível ao álcool, componente de muitos produtos de limpeza (SILIKAL, 2017).

#### 4.1 EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO EM RESINA MMA

A execução do sistema em resina metil metacrilato segue as etapas de preparação do substrato, de imprimação e de aplicação do revestimento com camada final de selante como acabamento. Após a cura do revestimento podem ser executadas as juntas previstas de acordo com o item 3.3.3, em um processo similar ao revestimento com epóxi.

A instalação pode ser realizada em temperaturas de -30°C a +35°C e, depois de atingir sua cura total, o revestimento poderá suportar temperaturas de uso entre -60°C e +90°C, conforme especificação (NS BRAZIL, 2011).

Vale ressaltar que as propriedades físicas de qualquer resina são afetadas por altas ou baixas temperaturas, independentemente da dosagem. De qualquer forma, revestimento a base de resina ainda é a melhor solução para proteger substratos na maioria dos casos (SILIKAL, 2017).

##### 4.1.1 Preparação do substrato

O revestimento com resina metil metacrilato deve ser aplicado sobre um substrato devidamente preparado, conforme item 3.3.4, para garantir uma boa adesão do sistema.

A NS Brazil (2011, p.2) também recomenda que não seja efetuada aplicação “sobre acabamentos finos ou não reforçados, superfícies frágeis ou mal aderidas, mastique ou superfícies pintadas, que devem ser removidas mecanicamente antes da aplicação do sistema MMA”.

Além de toda preparação superficial do substrato é indicado que sejam abertos sulcos a aproximadamente 5 cm de paredes, portas, encontros com outros tipos de revestimento e outros detalhes construtivos (ralos, canaletas, etc.) para garantir uma melhor aderência a base (NS BRAZIL, 2011).

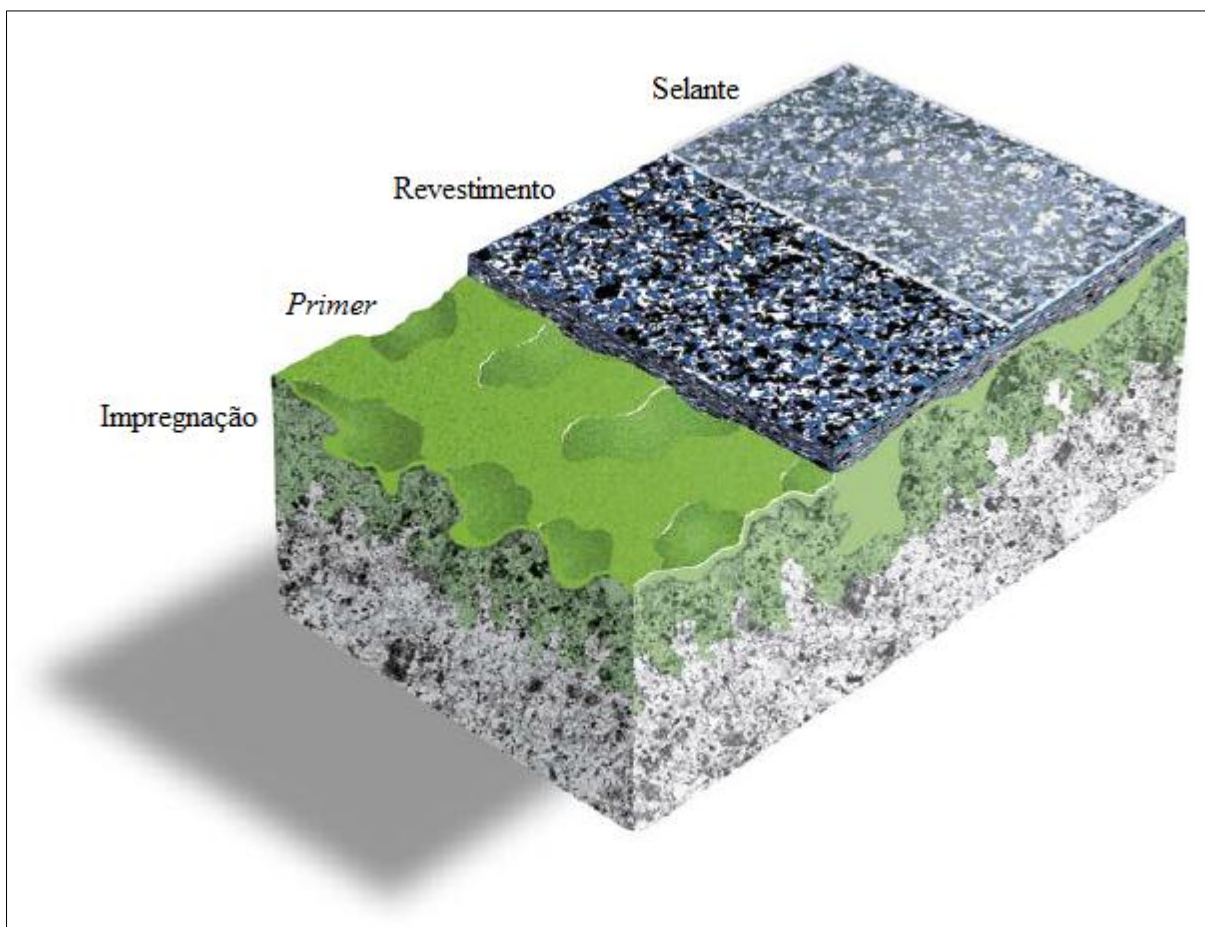
### 4.1.2 Camada de imprimação

De acordo com a *Evonik* (2009, p. 2, tradução nossa):

O primer é misturado com a correta quantidade de endurecedor BPO e distribuído no substrato, usando um rodo, em uma camada fina e uniforme (400 – 500 g/m<sup>2</sup>). O primer é aspergido, quando necessário, com areia de quartzo ( $\varnothing$ 0,4 - 0,8 mm) garantindo um vínculo ideal entre o primer e o revestimento.

A imprimação de revestimentos a base de resina MMA deve impregnar o substrato de forma a causar o tamponamento capilar, que é caracterizado pela resina de baixa viscosidade que penetra nos poros e cavidades do concreto, garantindo alta aderência e impermeabilidade (NS BRAZIL, 2011). A figura 6 ilustra as camadas do revestimento, representando também a impregnação da base.

Figura 6 – Corte esquemático de substrato de concreto com revestimento em MMA



(fonte: SILIKAL, 2017, p. 24)

### 4.1.3 Aplicação do revestimento

O revestimento em MMA, apesar de não ser citado na NBR 14050, pode ser caracterizado pelos tipos 2 (autonivelante) e 3 (camadas múltiplas) descritos no quadro 1 e é aplicado conforme explicado anteriormente no item 3.4.3.2 e no item 3.4.3.3, respectivamente.

A característica antiderrapante do revestimento, nos revestimentos multicamadas, é estabelecida durante a aplicação das camadas de revestimento, dependendo da granulometria das partículas de areia aspergidas e também da quantidade de resina aplicada na última camada (SILIKAL, 2017).

A NS Brazil (2011, p. 4) ressalta que:

[...] os agregados aspergidos tendem a se acomodar/afundar na camada autonivelante e requer especial atenção do aplicador para uma contínua aspersão e saturação da superfície, até não aparecer mais poças de resina na superfície, denotando um aspecto fosco homogêneo.

A aplicação do selante de acabamento ocorre após a cura da camada de revestimento. No caso em que houver agregados, devem ter seu excesso varrido e aspirado. Então, devem ser aplicadas uma a duas camadas de verniz de acabamento incolor com rolo de lã (NS Brazil, 2011).

### 4.1.4 Cura

Os revestimentos a base de resina metil metacrilato curam em menos de 2 horas, podendo utilizar a carga total prevista para área depois desse intervalo. A *Evonik* (2009, p.1) ressalta que essa rapidez “mesmo em temperaturas tão baixas quanto -30°C garante uma interrupção muito breve na rotina de operações do espaço”.

É essencial observar a dosagem correta do endurecedor conforme tabela do fabricante, a qual indica a dose adequada compatível à temperatura do ambiente. Este cuidado é importante para que não interfira no tempo de reação da resina, pois altas temperaturas encurtam o tempo de cura, enquanto em baixas temperaturas o tempo de cura é prolongado (SILIKAL, 2017).



## 4.2 REAÇÃO QUÍMICA DA CURA DO METIL METACRILATO

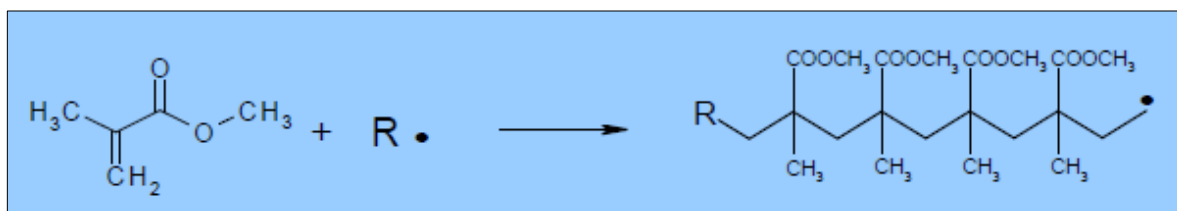
Conforme Wolff (2015) explica:

[...] as resinas de metacrilato curam por uma reação química chamada polimerização via radical, bastante rápida em comparação com outras reações. Variando a quantidade de endurecedor adicionado, o processo de cura pode ser ajustado individualmente para diferentes temperaturas de trabalho e leva, na maioria das condições, menos de uma hora – o que significa liberação do local para uso em menos tempo.

A polimerização ocorre através da decomposição do iniciador BPO (peróxido de benzoíla), que inicia a reação com os monômeros da resina de metil metacrilato e constrói a cadeia de macromolécula de polimetil metacrilato. Trata-se de uma reação muito rápida e que depende diretamente da temperatura, portanto, quanto maior a temperatura mais rápida será a reação. (EVONIK, 2011). Um esquema da cadeia de polimerização das moléculas é apresentado na figura 7.

Quando o nível de polimerização se encontra acima de 60%, a *Evonik* (2011, p.13, tradução nossa) explica que “a velocidade da polimerização decresce ao mínimo. As moléculas do polímero são tão grandes que não se movem mais, então o líquido solidifica”. E então o revestimento está curado e com seu acabamento superficial finalizado.

Figura 7 – Reação de polimerização em cadeia do metil metacrilato



(fonte: EVONIK, 2011, p. 8)

## 4.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS RESINAS MMA E EPÓXI

Os tipos de revestimento, apresentados previamente no quadro 1, referem-se somente ao sistema executivo e não à resina que os compõem. Os revestimentos a base de resina epoxídica foram os pioneiros no setor de pisos e ainda são os mais populares entre o público, mas apresentam limitações e deixam de atender certas necessidades. Devido à exigência do mercado, novas resinas foram trazidas para o mercado nacional a fim de satisfazer tais demandas (FONTEYNE, 2014).

O quadro 3 apresenta diferenças e semelhanças das resinas a base de metil metacrilato (MMA) e das resinas epoxídicas, ambas utilizadas para revestimento de pisos.

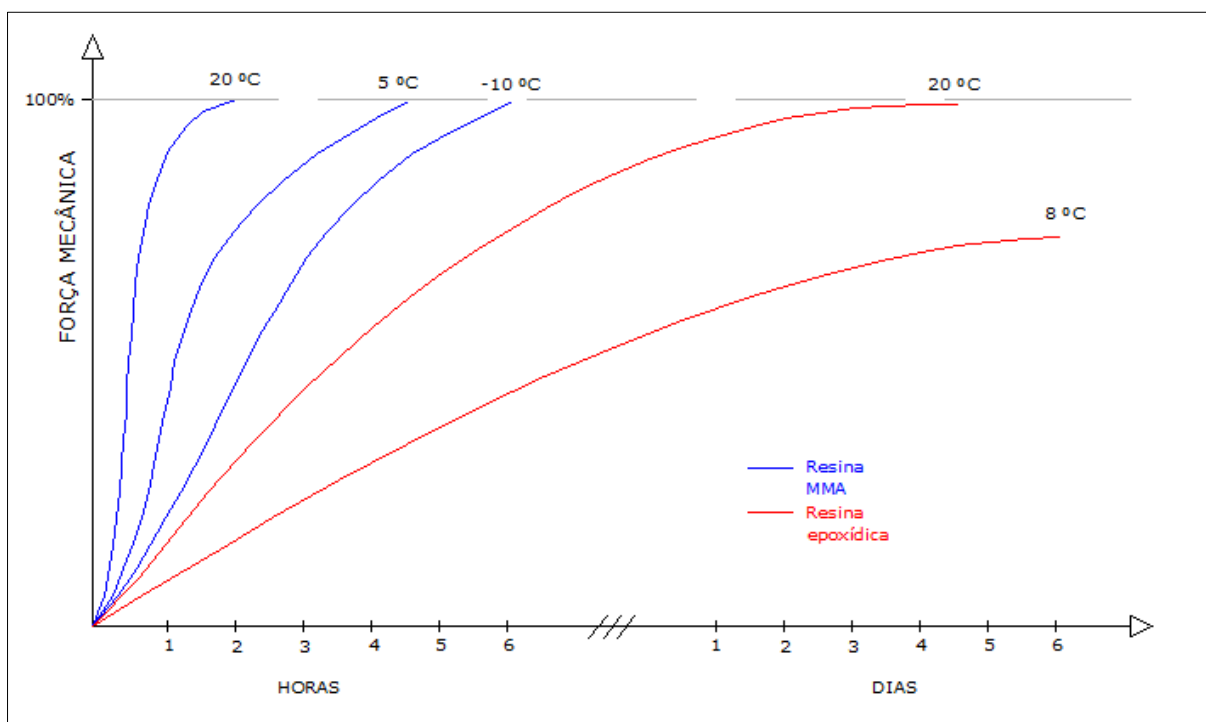
Quadro 3 – Comparativo das características da resina metil metacrilato com a resina epoxídica

Característica	Resina	
	MMA	Epoxídica
Cura rápida (1 - 2h)	sim	não
Cura em condições frias (menos de -30°C)	sim	não
Insensível a umidade atmosférica	sim	não
Insensível a condições climáticas críticas	sim	não
Flexível em condições frias	sim	em parte
Resistente a impactos	sim	sim
Resistente a abrasão	sim	sim
Alta capacidade de carga mecânica	sim	sim
Impermeável a líquidos	sim	sim
Resistência química	sim	em parte
Resistente a intepéries	sim	em parte
Resistente a ácidos	sim	não
Resistente a solvente	não	sim
Revestimento sem juntas	sim	sim
Resistente a umidade (contra infiltramento de água)	sim	sim
Emissão de gás tóxico (em caso de incêndio)	não	sim
Alta densidade de fumaça (em caso de incêndio)	não	sim
Fácil de revestir (mesmo depois de anos)	sim	não
Superfície acetinada (sem reflexão)	sim	não
Superfície brilhante	não	sim
Várias cores	sim	sim
Superfície antiderrapante	sim	sim
Aplicação interna e externa	sim	sim
Temperatura mínima de aplicação [°C]	-10	8
Tempo para liberação para caminhar sobre [h]	1	12 -48
Tempo para liberação de uso com carga total prevista	1 hora	3-7 dias

(fonte: adaptado de EVONIK, 2011, p. 2-3, tradução nossa)

A curva da força mecânica do revestimento em relação ao tempo de cura é aproximada no gráfico da figura 8. Pode-se perceber a diferença no intervalo de tempo que as resinas desenvolvem sua resistência conforme a temperatura do ambiente. A resina de metil metacrilato atinge 100% de resistência em questão de horas, independente da temperatura; enquanto a resina epoxídica demora alguns dias para desenvolver sua força mecânica total.

Figura 8 – Processo de cura conforme a temperatura do ambiente



(fonte: adaptada de EVONIK, 2011, p. 4, tradução nossa)

As resinas MMA apresentam algumas vantagens principais, se comparadas a resinas epoxídicas, que podem ser observadas no quadro 3 e são citadas pela *Silikal* (2017, p. 7, tradução nossa):

- a) **cura rápida** e disponibilidade imediata do piso. Representa uma grande economia de tempo [...];
- b) cura mesmo em **baixas temperaturas** (abaixo de -10°C em alguns casos), permitindo aplicação no inverno ou em câmaras frigoríferas;
- c) **fácil de regenerar**, já que resinas de metacrilato apresentam ótima aderência sobre bases de metacrilato;
- d) **não prejudicial a saúde**, sendo o ideal para a indústria alimentícia.

Quanto às reações químicas, as resinas epoxídicas, segundo *Evonik* (2011, p.14, tradução nossa) “são curadas através de um processo de poliadição, que é uma reação química causada pela adição de grandes moléculas. Este processo é lento e não tem efeito de auto aceleração”, diferentemente do processo de cura dos revestimentos de MMA que, conforme explicado no item 4.2, são curados em um processo de polimerização.

A Slilikal (2017, p. 99, tradução nossa) ainda informa que “as resinas de metil metacrilato não contem solventes”, mas que muitas resinas bi componentes, como as epoxídicas, contém solvente orgânico:

[...] A secagem é fisicamente por evaporação do solvente e/ou como resultado de uma reação química. Ao contrário de sistemas 100% reativos, esses solventes poluem o meio ambiente. Por este motivo, produtos sem solventes são preferidos. Se, no entanto, uma resina a base de solvente deve ser utilizada, é preciso prestar mais atenção a uma ventilação interior intensiva. Em adição, o substrato e o revestimento não devem conter resíduos de solvente após a secagem no caso de eles serem cobertos por mais uma camada de revestimento. A secagem também depende muito da penetração no substrato, da espessura do revestimento e da temperatura do ambiente. [...]

## 5 DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS

Foram acompanhadas as execuções de dois tipos de revestimento de alto desempenho, ambos aplicados em substrato de concreto novo, com diferentes resinas: a resina epóxi e a resina metil metacrilato (MMA). Os sistemas analisados foram aplicados com diferentes técnicas e por empresas distintas.

Também foi realizado o acompanhamento da técnica de aplicação da resina MMA em laboratório.

### 5.1 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO COM RESINA EPOXÍDICA

A execução do sistema com resina epóxi foi realizada pela empresa A, na cidade de Porto Alegre. Trata-se de uma empresa de pequeno porte que fornece diversas opções de tratamento para superfícies de concreto, entre elas a pintura de alto desempenho. Atua há mais de duas décadas no setor de pisos industriais e tem equipe própria especializada para a execução dos revestimentos.

Foi realizada uma pintura de alto desempenho de alta espessura em um edifício residencial em fase final de construção. Trata-se de um prédio de 5 pavimentos, com um total de 7 apartamentos, em um bairro central da cidade de Porto Alegre. A área de instalação, de aproximadamente 150 m<sup>2</sup>, será utilizada como corredores de uso coletivo, escadas e salão de festas, representando ambientes com tráfego de pedestres e que exigem propriedades antiderrapantes. A escolha deste revestimento foi baseada na sua funcionalidade, estética, fácil limpeza e, principalmente, no seu baixo custo.

Todo o processo do revestimento, que engloba o preparo do substrato, imprimação e aplicação do revestimento, foi realizado por 2 funcionários e em etapas em toda a área de instalação do edifício (150 m<sup>2</sup>), portanto foram necessários vários dias para executar cada etapa. Para este trabalho, foi acompanhada somente a execução da pintura de piso do salão de festas do edifício (aproximadamente 24 m<sup>2</sup>).

### 5.1.1 Preparação do substrato

O substrato consistia em concreto novo com acabamento superficial realizado por *float* de alumínio, e apresentava uma superfície áspera com respingos de reboco e tinta (figura 9). A preparação do substrato foi realizada através do lixamento com politriz e lixadeira manual com lixa diamantada. O lixamento do concreto garantiu que as imperfeições da superfície fossem corrigidas e sujeiras incrustadas fossem removidas, proporcionando uma superfície plana com rugosidade ideal para aderência do revestimento à base.

O concreto do substrato apresentava pequenos buracos e fissuras que precisaram ser reparadas. Ao longo das fissuras foram abertos sulcos com a serra mármore, que, assim como os buracos, foram preenchidos com massa de resina epóxi, aplicada com desempenadeira de aço ou espátula. No dia posterior, quando a massa estava seca, estes reparos foram lixados com lixadeira manual para regularizar a superfície.

O preparo do substrato foi a etapa mais demorada e durou em torno de 5 dias.

Figura 9 – Superfície de concreto suja com massa de reboco e tinta



(fonte: foto da autora)

### 5.1.2 Dosagem e mistura dos elementos

A dosagem dos componentes foi realizada conforme especificação do fabricante. A quantidade de acelerador e solvente leva em consideração a umidade do ar e as temperaturas máximas e mínimas e foi adicionada a mistura (figura 10) seguindo estas indicações. Os elementos foram misturados manualmente com uma pequena tira de madeira, como pode ser

visto na figura 11. A mistura foi realizada momentos antes de iniciar a aplicação no substrato, na quantidade estimada para a cobertura total da área de aplicação (24 m<sup>2</sup>).

O fabricante especifica a quantidade de solvente necessária para cada viscosidade. A primeira camada de pintura, que seria de baixa espessura, foi dosada com quantidade maior de solvente para que apresentasse menor viscosidade. A camada de alta espessura, pelo contrário, foi misturada com menos solvente, resultando em uma mistura mais viscosa.

Para obter a massa de epóxi utilizada nos reparos do substrato, foi adicionada carga de pó de quartzo a mistura de resina epóxi e catalisador.

Figura 10 – Dosagem do solvente



(fonte: foto da autora)

Figura 11 – Mistura manual dos componentes



(fonte: foto da autora)

### 5.1.3 Aplicação do revestimento

A execução da pintura de alto desempenho foi realizada em duas etapas, entre cada etapa foi necessário esperar o tempo de secagem da resina para aplicação da próxima camada.

#### 5.1.3.1 Imprimação

No dia posterior ao preparo do substrato e com a superfície varrida e livre de qualquer sujeira, a camada de imprimação foi realizada através de uma pintura de baixa espessura, utilizando rolos de lã. Qualquer defeito na superfície da base foi destacado nesta primeira demão de tinta, como pode ser verificado na figura 12.

Novamente, assim como executado na etapa de preparação do substrato do item 5.1.1, os defeitos foram preenchidos com massa epóxi (figura 13) e, depois de secar, foram lixados com lixadeira manual (figura 14), apresentando uma superfície totalmente livre de irregularidades (figura 15).

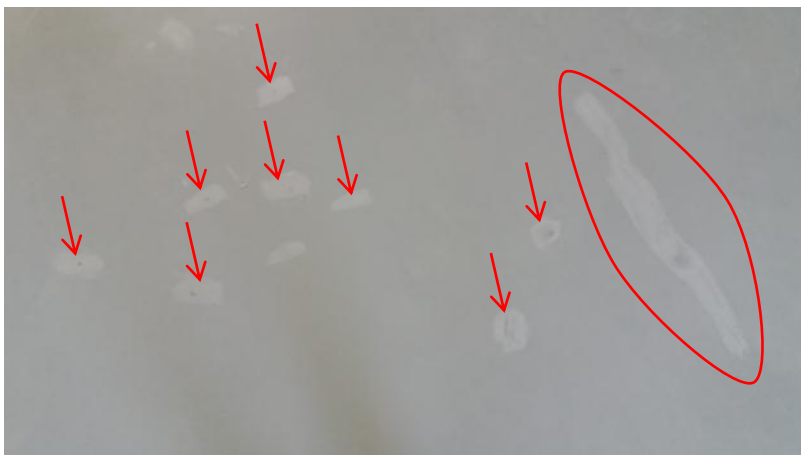
Figura 12 – Ressurgimento de buraco preenchido na etapa de preparação do substrato



(fonte: foto da autora)



Figura 13 – Defeitos preenchidos com massa epóxi após a camada de imprimação



(fonte: foto da autora)

Figura 14 – Lixadeira manual



(fonte: foto da autora)

Figura 15 – Fissuras preenchidas e lixadas após a camada de imprimação

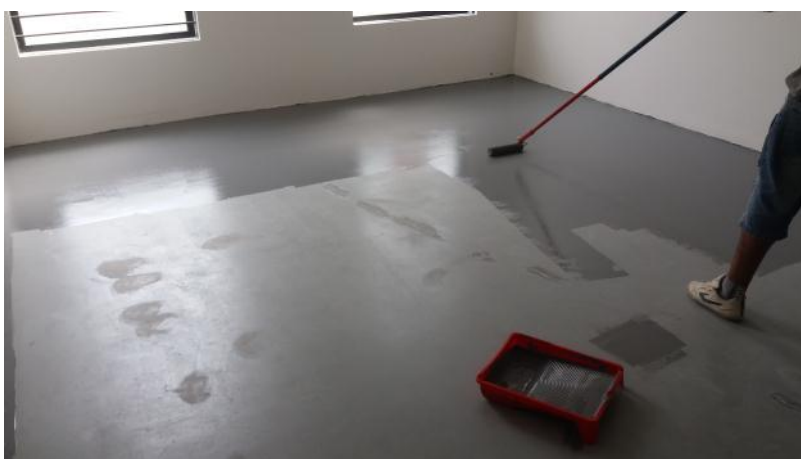


(fonte: foto da autora)

### 5.1.3.2 Pintura de alta espessura

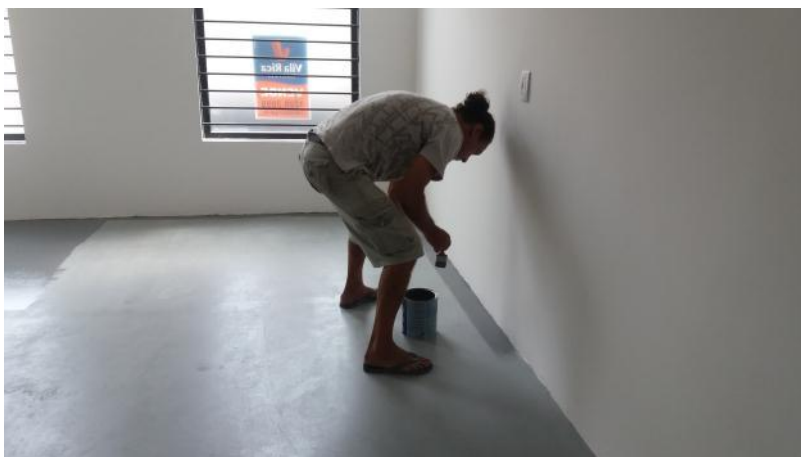
Após os reparos realizados, a superfície foi novamente varrida para retirar qualquer poeira que pudesse afetar a camada de tinta. A última camada foi realizada com alta espessura e aplicada com rolo de lã, e com pincéis nos encontros com a parede, conforme pode ser visto na figura 16 e na figura 17, respectivamente.

Figura 16 – Aplicação de tinta epóxi com rolo de lã



(fonte: foto da autora)

Figura 17 – Aplicação de tinta epóxi com pincel nos encontros com paredes

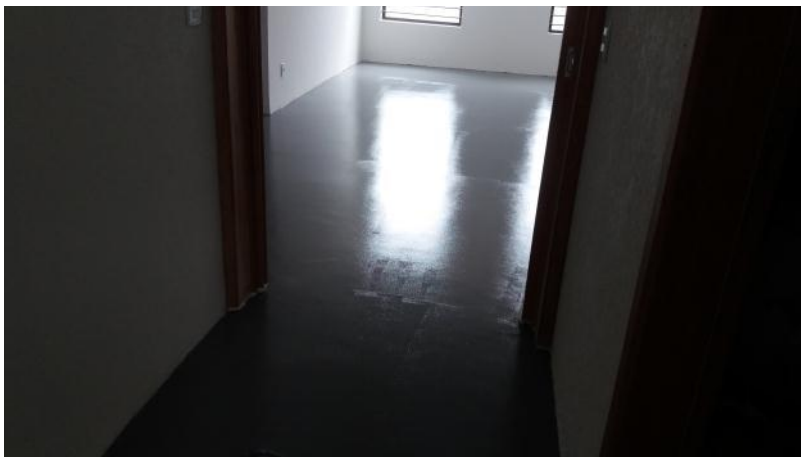


(fonte: foto da autora)

A aplicação do revestimento no salão de festas durou em torno de 40 minutos, seu aspecto final pode ser observado na figura 18. O tempo para que os funcionários pudessem caminhar sobre a pintura foi de no mínimo 4 horas, este fator depende da umidade do ar e se o ambiente é adequadamente arejado. Neste caso, não foi necessário aplicar mais uma camada de tinta,

pois a camada de alta espessura foi suficiente para proteger a superfície e não foram observadas outras falhas do substrato.

Figura 18 – Pintura de alto desempenho em alta espessura aplicada com resina epoxídica



(fonte: foto da autora)

#### **5.1.4 Execução de juntas**

As áreas de execução do revestimento no edifício eram pequenas e não apresentavam juntas de dilatação. Portanto as juntas que foram necessárias são somente as de trabalho, que, conforme o item 3.3.3.1, são executadas quando a aplicação diária do revestimento é interrompida.

No caso do salão de festas, foi realizada a junta de trabalho porque a continuação do piso seria o hall de entrada, que estava com o substrato úmido e não poderia receber a camada de pintura. A junta foi realizada com a colocação de uma fita adesiva, conforme figura 19.

Figura 19 – Junta de trabalho realizada com fita adesiva



(fonte: foto da autora)

## 5.2 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO COM RESINA MMA

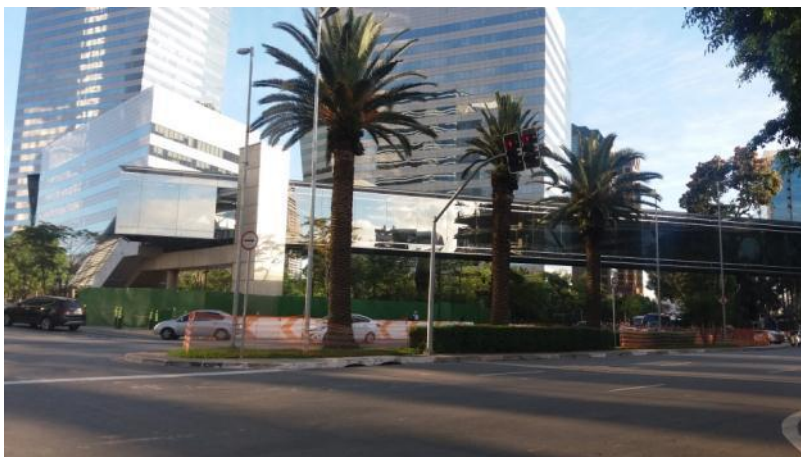
A execução do sistema com resina metil metacrilato (MMA) foi realizada pela empresa B, na cidade de São Paulo. Trata-se de uma empresa de médio porte que industrializa e comercializa diversas resinas para revestimentos monolíticos de alto desempenho, entre elas a resina metil metacrilato, que é importada da Alemanha e aplicada ou revendida pela empresa B. A empresa atua há mais de duas décadas neste setor do mercado e tem equipes próprias para especificação, venda e aplicação dos revestimentos. Suas equipes são capacitadas através de cursos e treinamentos realizados em sua sede administrativa em São Bernardo do Campo.

O revestimento foi realizado em camadas múltiplas em uma passarela de pedestres de um *shopping* em bairro nobre da cidade de São Paulo, em uma área aproximada de 350 m<sup>2</sup>. O *shopping*, que possui ao todo 483 lojas de diversos segmentos, construiu a passarela sobre uma avenida movimentada para facilitar o acesso dos clientes. A passarela foi construída com um comprimento aproximado de 60 metros, em estrutura metálica e laje de concreto e possui fechamento em vidro (figura 20). O alto tráfego de pessoas exige que seja instalada uma superfície antiderrapante, de fácil limpeza e boa durabilidade.

O revestimento da passarela foi realizado em duas etapas por duas equipes diferentes devido à disponibilidade de liberação da área, que só era liberada após a instalação do fechamento de vidro. A aplicação dos primeiros 200 m<sup>2</sup> foi realizada na semana anterior a visita aqui relatada. Portanto, para este trabalho, foi acompanhada a execução dos últimos 150 m<sup>2</sup> de revestimento monolítico em 2 dias de aplicação, por uma equipe de 7 funcionários, conforme

será apresentado a seguir. Na figura 21 pode-se ver o revestimento pronto deixado pela primeira equipe, finalizado em uma junta de dilatação preexistente no substrato.

Figura 20 – Passarela metálica com fechamento em vidro, atravessa 2 pistas de rolamento com 3 faixas cada, tem acesso ao estacionamento do *shopping* e à calçada



(fonte: foto da autora)

Figura 21 – Revestimento monolítico executado até junta de dilatação para espera da continuação do revestimento



(fonte: foto da autora)

### 5.2.1 Preparação do substrato

Por se tratar de um substrato de concreto novo, este não apresentava contaminações por óleos, graxas ou materiais químicos que exigissem uma descontaminação prévia. O preparo da base se resumiu em uma preparação mecânica utilizando-se lixadeiras manuais com protetor

acoplado em um aspirador de pó (figura 22), evitando a dispersão de partículas e retirando seu excesso.

O lixamento do concreto garantiu que as imperfeições da superfície fossem corrigidas e proporcionou uma superfície plana com rugosidade necessária para aderência do revestimento à base.

Figura 22 – Preparo da superfície de concreto com lixadeira com protetor acoplado ao aspirador de pó



(fonte: foto da autora)

Ao longo de toda a passarela existiam grelhas protegendo os buracos de ventilação, como é mostrado na figura 23. Houve um cuidado especial no preparo da base nesses casos: foram executados reforços nos encontros do substrato com as aberturas, que só serão tapadas com a grelha após a execução do revestimento de piso. Estes reforços foram realizados com a abertura de chanfros no concreto usando marteletes manuais, conforme figura 24, e posterior preenchimento destes chanfros com argamassa a base de metil metacrilato.



Figura 23 – Grelhas instaladas sobre buracos de ventilação da passarela em área onde o revestimento já havia sido executado



(fonte: foto da autora)

Figura 24 – Abertura de chanfros com marteletes ao redor dos buracos de ventilação



(fonte: foto da autora)

Assim como indicado no item 4.1.1, foram abertos sulcos com uma serra mármore nas terminações do substrato, onde existe encontro com outros elementos (figura 25), para garantir uma boa adesão nas extremidades do revestimento.

Figura 25 – Sulcos abertos no substrato de concreto em terminação com outro tipo de revestimento de piso



(fonte: foto da autora)

O preparo das juntas também foi realizado nesta primeira etapa de execução. As juntas de dilatação marcadas previamente na execução da laje de concreto foram cortadas com serra mármore e aspiradas para retirar todas as partículas soltas após o seu corte (figura 26).

Figura 26 – Aspiração de partículas soltas nas juntas de dilatação



(fonte: foto da autora)

Como as juntas de dilatação foram cortadas com espaçamento muito grande entre elas (aproximadamente 6 metros), a laje acabou trabalhando e fissurando na direção transversal (figura 27) em distâncias próximas a 3 metros das juntas de dilatação. Estas fissuras exigem um cuidado maior e foram realizadas com técnica semelhante à executada nos detalhes construtivos das grelhas: abertura de chanfros com martelo rompedor elétrico (figura 28) ao longo de toda a fenda e posterior preenchimento com a resina do revestimento. Na (figura 29) pode-se observar algumas fissurações transversais que precisaram ser corrigidas.



Figura 27 – Fissura da laje de concreto



(fonte: foto da autora)

Figura 28 – Abertura de chanfros ao longo da fissura da laje de concreto com rompedor elétrico



(fonte: foto da autora)

Figura 29 – Chanfros abertos ao longo das fissuras transversais da laje de concreto



(fonte: foto da autora)

Todo o pó gerado pelo lixamento, rompimento e corte do concreto no preparo da superfície foi varrido e aspirado para deixar a superfície livre de partículas que poderiam afetar a adesão do revestimento ao substrato. Para finalizar foi colocada fita adesiva de 1,5 cm no perímetro de aplicação do revestimento para proteger os revestimentos existentes.

A preparação do substrato foi a etapa mais demorada da execução do revestimento, todo o processo levou em torno de 2h.

### **5.2.2 Dosagem e mistura dos elementos**

Depois de toda a preparação e limpeza da área de aplicação do revestimento, foi medida a temperatura do ambiente para fazer a correta dosagem do catalisador. No anexo C encontra-se a tabela utilizada pela equipe de trabalho para dosar o catalisador BPO (peróxido de benzoíla) conforme a temperatura e tipo de resina. No dia da aplicação a temperatura estava próxima dos 20° C e com bastante umidade, mas a umidade do ar não interfere na aplicação e cura da resina metil metacrilato (MMA), somente a umidade do substrato interfere na adesão a base.

É importante ressaltar que a resina MMA é comercializada em várias viscosidades e com propriedades diferentes para cada finalidade. Portanto, existe uma composição de baixa viscosidade para a camada de imprimação, outra para a camada de selante que exige propriedades de resistência mecânica superiores a de imprimação, outra com maior viscosidade para a camada autonivelante, etc. Na (figura 30) pode-se notar que para a execução do revestimento da passarela foram utilizados, no mínimo, 3 composições diferentes da resina.

Figura 30 – Galões de 15 kg de resina MMA e sacos de carga de pó de quartzo



(fonte: foto da autora)

A mistura dos componentes foi realizada por um funcionário que é responsável exclusivamente por esta função. Por se tratar de uma resina com cura rápida, ele misturava quantidades pequenas dos componentes (figura 31), aproximadamente 10 kg de resina, com um misturador elétrico (figura 32) conforme eram aplicadas no piso. Outro funcionário era responsável pelo transporte e lançamento desta mistura ao substrato.

Figura 31 – Adição de resina MMA ao balde de mistura



(fonte: foto da autora)

Figura 32 – Misturador de hélice metálica simples



(fonte: foto da autora)

A mistura do *primer* e do selante do revestimento é basicamente a junção da resina MMA (específica para cada finalidade) com a porcentagem devida de catalisador BPO. Já a camada intermediária do revestimento, além da resina e do acelerador, levava a adição de cargas (pó de quartzo), as quais eram adicionadas por último à mistura.

A mistura de resina com catalisador que sobrava era retirada dos baldes de mistura para os galões vazios de resina, para serem dispensados posteriormente, pois já apresentava endurecimento devido à cura. Foi possível constatar a reação exotérmica que ocorre, após o acréscimo do catalizador, pela percepção de vapor saindo da mistura.

### 5.2.3 Aplicação do revestimento

A execução do revestimento em múltiplas camadas tem três etapas, entre cada etapa foi necessário esperar o tempo de secagem da resina para aplicação da próxima camada.

#### 5.2.3.1 Imprimação

Enquanto dois funcionários aplicavam o *primer* com rolo de lã, outros dois funcionários aplicavam a resina com pincel nos limites entre revestimento e detalhes construtivos (figura

33). Simultaneamente, um quinto funcionário aspergia areia (grãos de quartzo) sobre a camada ainda úmida (figura 34).

Figura 33 – Aplicação de primer com rolo de lã ao substrato e aplicação com pincel nos chanfros abertos nas fissuras da laje



(fonte: foto da autora)

Figura 34 – Aspersão de grãos de quartzo sobre camada de imprimação úmida



(fonte: foto da autora)

A primeira camada do revestimento foi realizada com uma resina MMA de baixa viscosidade que saturou o substrato de concreto, as juntas e os chanfros de detalhes construtivos como pode ser observado na figura 35. A aplicação da camada de primer com aspersão de areia levou aproximadamente 40 minutos.



Figura 35 – Chanfro aberto na fissura e no buraco de ventilação saturados com a resina MMA da camada de imprimação



(fonte: foto da autora)

Figura 36 – Secagem da camada de imprimação com grãos de quartzo aspergidos



(fonte: foto da autora)

Após a secagem da camada de imprimação (aproximadamente 20 minutos), como pode ser visto na figura 36, foi realizado o preenchimento dos chanfros abertos na etapa de preparação do substrato (figura 37). Utilizaram-se desempenadeiras de aço para regularizar a argamassa a base de metil metacrilato flexível. Este procedimento levou em média 30 minutos para ser executado.

Figura 37 – Preenchimento dos chanfros abertos nos buracos de ventilação e nas fissuras da laje: utilização de desempenadeira de aço para regularizar a argamassa



(fonte: foto da autora)

#### 5.2.3.2 Revestimento autonivelante

Antes de iniciar a camada autonivelante do revestimento a área foi varrida para retirar a areia aspergida que não se ligou ao *primer*. A quantidade de areia varrida foi mínima, pois só foi aspergido o essencial para garantir uma ponte de adesão ao substrato.

Com a camada de imprimação regularizada e varrida, foi iniciada a aplicação do revestimento autonivelante. A sua mistura, como indicado no item 5.2.2, foi composta de resina (com viscosidade superior a de imprimação) misturada ao catalisador e a carga de pó de quartzo, garantindo a execução de uma camada com cerca de 3 mm, conforme projeto. Para esta etapa foram preparadas misturas com 15 kg de resina.

Na etapa de aplicação do revestimento autonivelante foi necessário que os empregados usassem sapatos plásticos com “pregos” para não prejudicar a camada que está sendo trabalhada. Estes sapatos possuíam cravos de aproximadamente 1,5 cm para que o funcionário ficasse acima da camada aplicada, possibilitando, assim, que caminhasse sob o revestimento ainda em estado líquido sem que deixasse marcas e sujeiras na superfície.

Além do funcionário responsável pela mistura e do funcionário responsável pelo transporte e lançamento, a aplicação da camada autonivelante foi executada por outros 5 funcionários (figura 38) que executaram simultaneamente as funções seguintes:

Figura 38 – Aplicação da camada autonivelante por 5 funcionários executando funções simultâneas



(fonte: foto da autora)

a) Espalhamento da resina

O espalhamento da resina foi feito por um funcionário utilizando um rodo dentado (figura 39). Este rodo espalha a resina de forma que a mistura flua por entre os dentes e resulte em uma camada de 3 a 4 mm (figura 40).

Figura 39 – Rodo dentado com dentes de altura 4 mm



(fonte: foto da autora)



Figura 40 – Espalhamento da camada autonivelante com rodo dentado



(fonte: foto da autora)

#### b) Regularização da camada e acabamento

A regularização da camada autonivelante foi realizada por dois funcionários com desempenadeiras de aço (figura 41) em locais onde a camada não estava completamente nivelada e, principalmente, nas extremidades do revestimento e nos encontros com os buracos de ventilação.

Figura 41 – Regularização da camada autonivelante com o uso de desempenadeira de aço



(fonte: foto da autora)

#### c) Remoção de bolhas incorporadas na mistura

A remoção de bolhas foi feita com um rolo quebra-bolhas, que é um rolo denteado de náilon com um cabo. O funcionário fazia movimento vaivém na superfície da mistura que já havia sido espalhada e regularizada (figura 42).

Figura 42 – Remoção de bolhas de ar incorporadas na mistura com rolo quebra-bolhas



(fonte: foto da autora)

#### d) Aspersão de grãos de quartzo

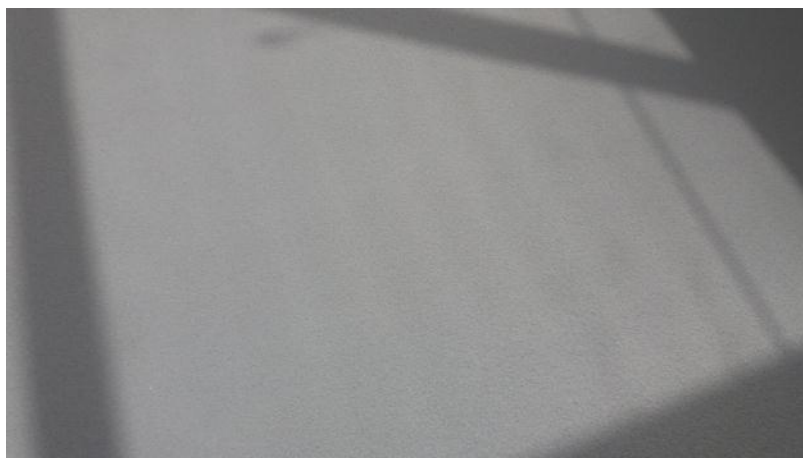
A aspersão de grãos de quartzo sobre a camada autonivelante ainda úmida foi feita conforme a resina foi espalhada, regularizada e livrada das bolhas de ar incorporadas. Esta função é realizada sempre pelo mesmo funcionário, que é responsável por lançar estes grãos de forma uniforme e cobrindo toda a resina (figura 43). A aspersão de grãos finaliza a superfície intermediária do revestimento e não pode ser deixada nenhuma área sem o cobrimento de areia (figura 44).

Figura 43 – Aspersão de grãos de quartzo sobre a superfície ainda úmida



(fonte: foto da autora)

Figura 44 – Camada autonivelante saturada com grãos de quartzo aspergidos



(fonte: foto da autora)

A etapa de revestimento teve uma duração aproximada de 50 minutos, considerando todas as funções realizadas, desde o início do espalhamento até o término da aspersão de areia.

O primeiro dia de execução do revestimento foi pausado nesta etapa de aplicação unicamente pelo fato de uma pequena área de 15 m<sup>2</sup> da passarela estar com o substrato úmido (figura 45). Esta área ainda não havia sido coberta pelo fechamento de vidro e na noite anterior havia chovido e molhado o piso de concreto, impossibilitando a aplicação de revestimento nesta região.

Figura 45 – Área de substrato de concreto úmida



(fonte: foto da autora)

Então, foi realizada uma junta de trabalho com 2 faixas de fita adesiva de 1,5 cm (figura 46) para que o revestimento fosse aplicado no outro dia, quando o substrato estivesse seco. Observa-se na figura 46 que nenhuma camada de resina foi aplicada na área de piso úmida. Vale ressaltar que caso isso não tivesse ocorrido, o revestimento teria sido finalizado em um único dia.

O coordenador da equipe achou melhor interromper a aplicação nesta fase, antes de aplicar o selante, para que a superfície ficasse a mais homogênea possível, já que a camada de selante é o acabamento final do revestimento e o ideal é ser aplicada de forma contínua por toda a área, para que não apresente uma diferença estética muito visível. Para proteger a camada sem selante de sujeiras, durante a noite foi colocada lona plástica por cima.

Figura 46 – Junta de trabalho com 2 faixas de fita adesiva

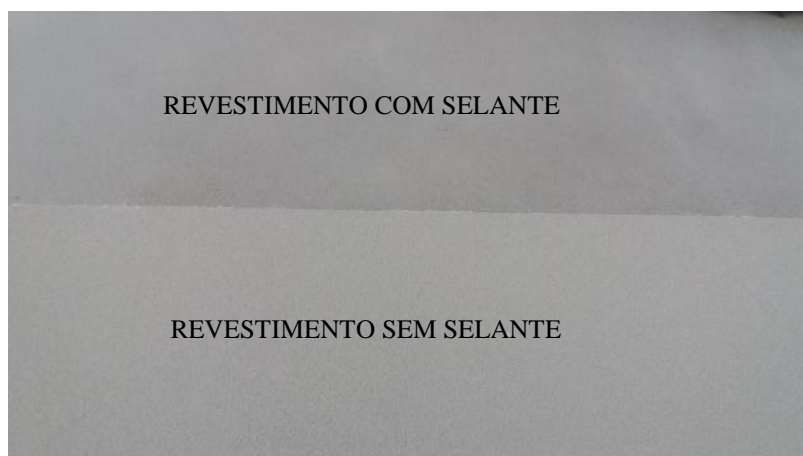


(fonte: foto da autora)

Na figura 47 pode-se notar a diferença entre o revestimento pronto (área executada uma semana antes por outra equipe) e a camada sem selante.

No dia seguinte foi retirada a junta de execução entre o revestimento autonivelante e a área que estava úmida (figura 48), e foi varrido todo o excesso de areia aspergida que não grudou na camada autonivelante de MMA (figura 49).

Figura 47 – Diferença entre revestimento com selante e camada autonivelante com areia aspergida



(fonte: foto da autora)

Figura 48 – Junta de TRABALHO



(fonte: foto da autora)

Figura 49 – Funcionários varrendo e recolhendo o excesso de areia aspergida



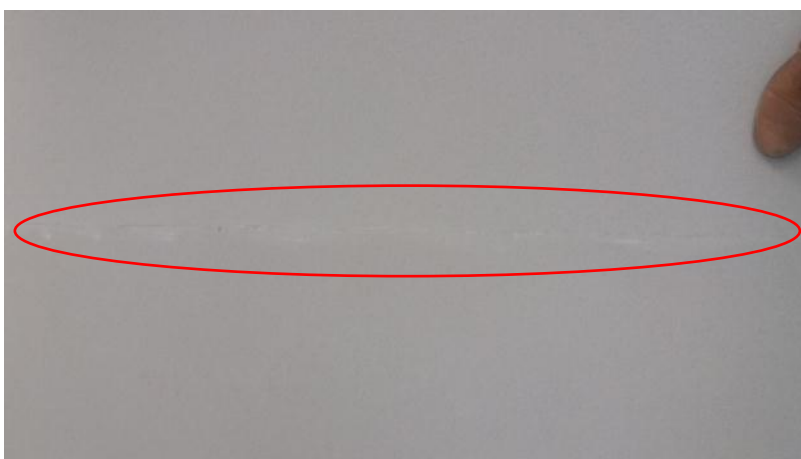
(fonte: foto da autora)



Finalmente, foram realizadas as etapas de imprimação e revestimento autonivelante na área que ficou faltando realizar no dia anterior, seguindo o passo a passo efetuado anteriormente.

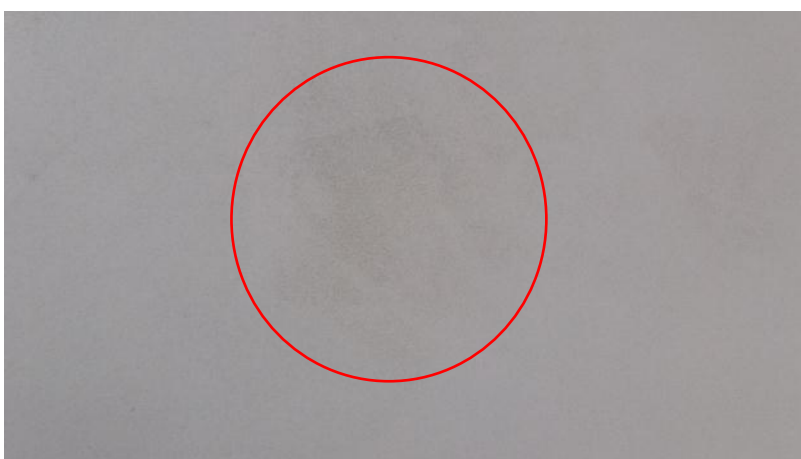
Antes da execução da camada finalizadora de selante, foram encontrados pontos em que a camada autonivelante não havia coberto o substrato homogeneamente, principalmente nas fissuras, como pode ser notado na figura 50 e na figura 51. Então foi decidido realizar uma camada regularizadora com a mesma resina usada como *primer* e aspersão de grãos de quartzo, da mesma forma que foi aplicada a camada de imprimação (figura 52). Esta correção demorou 30 minutos para ser executada.

Figura 50 – Irregularidade da camada autonivelante na junta de dilatação do substrato



(fonte: foto da autora)

Figura 51 – Área em que a camada autonivelante não cobriu o substrato homogeneamente



(fonte: foto da autora)

Figura 52 – Aplicação de camada regularizadora com resina e aspersão de grãos de quartzo



(fonte: foto da autora)

#### 5.2.3.3 Selante

Após 20 minutos de secagem da camada regularizadora foi conferido que o revestimento estava homogêneo para receber as camadas de selante, que compõem o acabamento final.

O selante é composto por uma resina de baixa viscosidade e foi aplicado por 2 funcionários com rolos de lã (figura 53). Foram aplicadas duas camadas de selante e, entre a primeira e a segunda camada, foi raspada qualquer imperfeição causada por acúmulo de grãos (figura 54). A figura 55 apresenta a última camada de selante sendo executada. Cada camada levou mais ou menos 20 minutos para secar. O resultado superficial pode ser verificado na figura 56. Observa-se também, na figura 53, que nesta etapa os funcionários não utilizavam calçados para não danificar o revestimento, já que a camada ainda não estava protegida pelo selante.

Figura 53 – Aplicação da 1ª camada de selante com rolos de lã



(fonte: foto da autora)

Figura 54 – Raspagem de imperfeições causadas por acúmulo de grãos de quartzo



(fonte: foto da autora)

Figura 55 - Aplicação da 2ª camada de selante com rolos de lã



(fonte: foto da autora)



Figura 56 – Revestimento com acabamento superficial finalizado



(fonte: foto da autora)

#### 5.2.4 Execução de juntas

Após a execução do revestimento foram finalizadas as juntas de dilatação. Para marcar o local onde deveria ser cortada a junta na camada de revestimento monolítico, usou-se novamente fita adesiva 1,5 cm. Realizou-se, então, o corte linear com serra mármore (figura 57).

Figura 57 – Corte do revestimento monolítico no lugar da junta de dilatação do substrato de concreto



(fonte: foto da autora)

Após finalizar o corte de todas as juntas de dilatação elas foram preenchidas, primeiramente, com o delimitador de espaço em polietileno expandido (figura 58). E, depois de proteger as extremidades de revestimento das juntas com fita adesiva, estas foram completadas com resina metil metacrilato flexível, específica para esta função (figura 59).

Figura 58 – Preenchimento das juntas de dilatação com delimitador de espaço em polietileno expandido



(fonte: foto da autora)

Figura 59 – Preenchimento final das juntas de dilatação com resina metil metacrilato flexível



(fonte: foto da autora)

A secagem da resina usada nas juntas demorou aproximadamente 15 minutos e então foram retiradas as fitas adesiva e o revestimento monolítico de alto desempenho estava finalizado (figura 60).

Figura 60 – Junta de dilatação preenchida



(fonte: foto da autora)

### 5.3 REVESTIMENTO COM RESINA MMA EM LABORATÓRIO

Na visita a sede administrativa da empresa B, em São Bernardo do Campo, foi acompanhada a execução, em laboratório, de dois tipos de revestimentos monolíticos com a resina metil metacrilato (MMA). O laboratório é o local onde são desenvolvidas amostras de revestimentos produzidos pela empresa, as quais são produzidas para a comercialização do produto, para que o cliente tenha uma melhor visualização do resultado final.

Um dos revestimentos executados é o mesmo que foi acompanhado na obra da passarela do *shopping*, do tipo múltiplas camadas e foram utilizadas as mesmas composições de resinas para cada camada. Suas camadas foram aplicadas sobre placa de MDF de dimensões 50 x 50 cm, então não foi necessária nenhuma preparação de substrato, de detalhes construtivos ou de juntas de dilatação. Também não foi executada camada de imprimação. Como pode ser visto na figura 61, a placa foi preparada com espuma de EVA nas extremidades para que a resina do revestimento não escorresse.

Figura 61 – Placa MDF preparada para receber revestimento



(fonte: foto da autora)

As etapas de execução deste revestimento antiderrapante foram as seguintes:

a) Mistura de componentes

Para a mistura dos componentes a temperatura foi medida em um termômetro fixo no laboratório e utilizou-se a tabela contida no anexo C para dosar a porcentagem correta de BPO (peróxido de benzoína). Após a determinação das quantidades de cada componente, estes foram pesados em balança e misturados manualmente com uma espátula fina (figura 62).

Figura 62 – Pesagem e mistura dos componentes



(fonte: foto da autora)

b) Camada de resina

A camada de revestimento foi realizada através do lançamento da mistura na placa e do seu espalhamento com uma espátula plástica dentada como mostrado na figura 63. Após, foi utilizado o rolo quebra-bolhas para retirar o ar incorporado na mistura (figura 64).

Figura 63 – Espalhamento da mistura com espátula plástica dentada



(fonte: foto da autora)

Figura 64 – Remoção de ar incorporado na mistura com rolo quebra-bolha



(fonte: foto da autora)

#### c) Aspersão de grãos de quartzo

A aspersão de grãos de quartzo foi realizada até que a camada de resina estivesse completamente saturada (figura 65). Após 10 minutos de secagem da resina, foi retirado o excesso de areia deixando a placa na vertical e varrendo com uma escova (figura 66).



Figura 65 – Aspersão de grãos de quartzo atingindo a saturação da camada de resina



(fonte: foto da autora)

Figura 66 – Remoção do excesso de grãos de quartzo com escova



(fonte: foto da autora)

#### d) Camada de selante

A camada de selante foi aplicada com rolo de espuma, conforme figura 67. Após a secagem da primeira camada de selante (aproximadamente 10 minutos) foi realizada a raspagem da superfície para retirar imperfeições causadas por acúmulo de grãos de quartzo (figura 68). Finalmente foi aplicada a última camada de selante, também com rolo de espuma, resultando no revestimento final apresentado na figura 69.

Figura 67 – Aplicação da 1ª camada de selante com rolo de espuma



(fonte: foto da autora)

Figura 68 – Raspagem da superfície para retirar imperfeições



(fonte: foto da autora)

Figura 69 – Revestimento finalizado e seco



(fonte: foto da autora)

Foi realizada uma segunda amostra de revestimento com as mesmas etapas de execução, mas com finalidade decorativa. A diferença é que resulta em uma superfície lisa e são usados *flakes* ao invés de grãos de quartzo (figura 70). Os *flakes* são flocos acrílicos com diversas combinações de cores (figura 71) e não fornecem nenhuma característica antiderrapante ou resistente mecanicamente.

Figura 70 – Revestimento decorativo com *flakes*



(fonte: foto da autora)

Figura 71 – Depósito de *flakes* em diversas cores



(fonte: foto da autora)



## 6 COMPARAÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO

Foram acompanhadas as execuções de dois tipos distintos de revestimentos com aplicação de diferentes resinas cada um, sendo que o revestimento com resina metil metacrilato (MMA) foi acompanhado tanto em obra quanto em laboratório. A partir do que foi observado nestes acompanhamentos e descrito no capítulo 5 deste trabalho, foi realizado um estudo comparativo entre os processos de aplicação, considerando também o que é indicado pela bibliografia consultada.

### 6.1 ANÁLISE DA PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

O quadro 4 apresenta as principais observações sobre a preparação do substrato que foram analisadas.

Quadro 4 – Comparação da preparação do substrato

	RESINA EPÓXI - Empresa A	RESINA MMA - Empresa B	
	Pintura de alto desempenho	Revestimento de múltiplas camadas (obra)	Revestimento de múltiplas camadas (laboratório)
<b>Características do substrato</b>	concreto novo com superfície áspera e com respingos de tinta e reboco	concreto novo com superfície limpa e regularizada	placa de MDF
<b>Detalhes técnicos</b>	fissuras e buracos no concreto	juntas de dilatação, fissuras transversais e buracos de ventilação	-
<b>Preparação do substrato</b>	lixamento com polítriz e lixadeira manual	lixamento com lixadeira manual	-
<b>Preparação dos detalhes</b>	corte com serra mármore ao longo das fissuras e preenchimento dos cortes e buracos com massa epóxi	corte das juntas de dilatação com serra mármore, abertura de chanfros ao longo das fissuras e nos encontros do substrato com os buracos de ventilação e abertura de sulcos nos encontros com outros elementos	-
<b>Duração</b>	6 dias	2 horas	-

(fonte: elaborado pela autora)

Como o revestimento em laboratório foi realizado em placa MDF, não houve necessidade de preparação do substrato. Nos dois casos de preparação de substrato de concreto novo, foi realizado o lixamento eletromecânico a seco, conforme é indicado na NBR 14050 e foi apresentado no item 3.3.4 deste trabalho.

Os detalhes técnicos, como as fissuras do concreto, foram tratados de forma semelhante em ambos os casos: através de corte ou abertura de chanfro e preenchimento com argamassa da resina utilizada no revestimento final, conforme é indicado na NBR 14050 e descrito no item 3.3.3.3.

Vale ressaltar que o tratamento de fissuras da empresa A teve o primeiro preenchimento de corte e buracos com massa na etapa de preparação do substrato, com um período de secagem da argamassa de no mínimo 5h para que se pudessem lixar as imperfeições. Portanto, o lixamento da argamassa ocorreu no dia posterior ao do preenchimento com massa epóxi, garantindo que a resina estivesse curada. Este lixamento foi necessário por se tratar de uma pintura, a qual destaca todas as irregularidades da base para a superfície do revestimento.

Ao contrário, o tratamento de fissuras da empresa B teve o preenchimento dos chanfros com argamassa somente após a camada de imprimção e não foi necessário o lixamento desta argamassa por se tratar de um revestimento autonivelante que não destaca tanto as irregularidades quanto a pintura.

O tempo de execução da preparação da base é muito discrepante especialmente pela situação da superfície do concreto, que era mais crítica na obra da empresa A, e pelo tempo de cura superior da massa epóxi. Apesar de a empresa B ter tido a necessidade de adequar mais detalhes técnicos (abertura de sulcos, abertura de chanfros nos buracos de ventilação e fissuras) não foi necessário regularizar imperfeições do concreto e nem preencher os chanfros e esperar o tempo de cura da resina.

## 6.2 ANÁLISE DA MISTURA DE COMPONENTES

O quadro 5 apresenta as principais observações sobre a mistura de componentes que foram analisadas.

Quadro 5 - Comparação da mistura de componentes

	RESINA EPÓXI - Empresa A	RESINA MMA - Empresa B	
	Pintura de alto desempenho	Revestimento de múltiplas camadas (obra)	Revestimento de múltiplas camadas (laboratório)
<b>Componentes</b>	tinta a base de resina epóxi, catalisador, solvente, carga de pó de quartzo	resinas MMA com diferentes propriedades, catalisador (BPO), carga de pó de quartzo	resinas MMA com diferentes propriedades, catalisador (BPO), carga de pó de quartzo
<b>Verificação da temperatura do ambiente antes da mistura</b>	não	sim	sim
<b>Ordem de mistura</b>	tinta - catalisador - solvente - carga (quando necessário)	resina - catalisador - carga (quando necessário)	resina - catalisador - carga (quando necessário)
<b>Agente misturador</b>	mistura manual com tira de madeira	misturador elétrico	mistura manual com espátula metálica
<b>Quantidade de catalisador</b>	conforme fabricante, depende da umidade e da temperatura	conforme fabricante, depende da temperatura	conforme fabricante, depende da temperatura
<b>Forma de medição do catalisador</b>	copo dosador	copo dosador	balança
<b>Quantidade de mistura</b>	aproximadamente 15 kg	aproximadamente 12 kg	aproximadamente 0,5 kg

(fonte: elaborado pela autora)

Cada resina tem uma indicação do fabricante quanto à dosagem de componentes. No caso da resina metil metacrilato (MMA), que tem a cura extremamente rápida e depende diretamente da temperatura (item 4.1.4), é muito importante a verificação da temperatura para a dosagem do catalisador. Tanto na obra quanto no laboratório da empresa B, a temperatura do ambiente foi consultada no momento da dosagem. Já a indicação do fabricante para a mistura da resina epóxi com seu catalisador, só levou em consideração um intervalo de temperatura e umidade aceitáveis para a correta cura da resina. Portanto o cuidado tomado pela empresa A se limitou a aplicar o revestimento em um dia sem chuva e com temperaturas amenas (em torno de 25°C) consultadas no dia anterior a aplicação.

Conforme é indicado na NBR 14050 e apresentado no item 3.4.1 deste trabalho, é necessário que os componentes sejam misturados mecanicamente para deixar a mistura mais homogênea. Somente na obra da empresa B foi utilizado o misturador elétrico indicado para este caso. No entanto, como era pouca quantidade de componentes na mistura da obra da empresa A e no laboratório da empresa B, não foram observadas falhas nas misturas manuais.

Quanto às quantidades, a empresa A misturou de uma só vez a quantidade total necessária para o cobrimento de toda a área do salão de festas (24 m<sup>2</sup>) e depois esta mistura foi aplicada

como revestimento. Já na obra da empresa B, os componentes eram misturados em pequenas quantidades conforme era realizada a aplicação simultânea do revestimento em 150 m<sup>2</sup> de área. Pode-se observar que as quantidades de mistura das 2 obras acompanhadas foram semelhantes e levam em consideração a secagem da resina, que impossibilitaria a sua aplicação.

A resina MMA é fornecida em galões com viscosidade preestabelecida para cada camada, portanto basta a mistura da resina com catalisador e carga quando necessário. A resina epóxi, diferentemente, após a mistura da resina com catalisador, exige a adição de solvente para resultar na viscosidade necessária ao revestimento.

### 6.3 ANÁLISE DA IMPRIMAÇÃO

O quadro 6 apresenta as principais observações sobre a execução da camada de imprimação que foram analisadas.

Quadro 6 - Comparação da imprimação

	RESINA EPÓXI - Empresa A	RESINA MMA - Empresa B	
	Pintura de alto desempenho	Revestimento de múltiplas camadas (obra)	Revestimento de múltiplas camadas (laboratório)
<b>Material para aplicação</b>	rolo de lã e pincel	rolo de lã e pincel	-
<b>Descrição</b>	aplicação de pintura de baixa espessura	aplicação de resina MMA específica para imprimação, com aspersão de grãos de quartzo	-
<b>Duração da aplicação</b>	30 minutos	40 minutos	-
<b>Tempo de secagem</b>	4-5 horas	20 minutos	-
<b>Correções da superfície do substrato (após secagem)</b>	preenchimento de defeitos com massa epóxi aplicada com desempenadeira; depois de seca, lixamento da massa com lixadeira manual	preenchimento de chanfros com argamassa de MMA aplicada com desempenadeira	-
<b>Tempo de execução</b>	20 minutos (aplicação massa) + 40 minutos (lixamento)	20 minutos	-
<b>Tempo de secagem</b>	4-5 horas	20 minutos	-

(fonte: elaborado pela autora)

Como a aplicação em laboratório foi realizada em placa MDF, não houve necessidade de aplicação de camada de imprimação. Nos dois casos de substrato de concreto novo, após a limpeza e regularização do substrato foi aplicada a camada de imprimação com rolo de lã, conforme é indicado na NBR 14050 e foi apresentado no item 3.4.2 deste trabalho.

No caso da camada de imprimação da resina metil metacrilato (MMA) foi aspergida areia de quartzo para garantir uma ponte de adesão à camada autonivelante do revestimento, conforme é indicado no item 4.1.2 deste trabalho.

Apesar de a obra da empresa B ter uma área superior à área do salão de festas da obra da empresa A, a duração da aplicação da imprimação dos dois revestimentos acompanhados foi muito semelhante. A empresa A dispôs dois funcionários para a pintura da camada de imprimação, um era responsável pela pintura com rolo de lã e outro pelos detalhes pintados com pincel. Já a empresa B disponibilizou cinco funcionários para esta etapa: dois ficaram responsáveis pelo espalhamento da resina com rolo de lã, dois aplicavam a resina com pincel nos detalhes técnicos e outro funcionário aspergia a areia.

Após a aplicação da camada de imprimação esperou-se o tempo de secagem para realizar as correções do substrato. Observa-se uma grande diferença entre as resinas nesta fase, pois após 20 minutos os funcionários da empresa B já puderam proceder ao preenchimento dos chanfros com argamassa MMA, que tem uma secagem de 20 minutos e após já poderia ser realizada a aplicação da camada autonivelante.

Diferentemente, no caso do revestimento em resina epoxídica, foi necessário esperar 5 horas para realizar o preenchimento com massa epóxi. Além disso, para garantir uma superfície regular para a próxima camada de tinta, os funcionários da empresa A, no dia posterior, já que precisava esperar a secagem da massa, precisaram lixar estas correções, assim como havia sido realizado na etapa de preparação do substrato.

## 6.4 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO

O quadro 7 apresenta as principais observações que foram analisadas sobre a aplicação dos revestimentos.

Quadro 7 - Comparação da aplicação do revestimento

	RESINA EPÓXI - Empresa A	RESINA MMA - Empresa B	
	Pintura de alto desempenho	Revestimento de múltiplas camadas (obra)	Revestimento de múltiplas camadas (laboratório)
<b>Material para aplicação 1ª camada</b>	rolo de lã e pincel	sapatos com pregos, rodo dentado, rolo quebra-bolhas, desempenadeira de aço	espátula plástica dentada, rolo quebra bolhas
<b>Descrição 1ª camada</b>	aplicação de camada de tinta com alta espessura com rolo de lã e pincel nos encontros com os detalhes construtivos	espalhamento da camada autonivelante com rodo dentado; regularização com desempenadeira; remoção de bolhas de ar com rolo quebra-bolhas; aspersão de grãos de quartzo	espalhamento da camada autonivelante com espátula plástica dentada; remoção de bolhas de ar com rolo quebra-bolhas; aspersão de grãos de quartzo
<b>Duração da aplicação</b>	40 minutos	50 minutos	10 minutos
<b>Tempo de secagem</b>	6 horas	20 minutos	10 minutos
<b>Material para aplicação 2ª e 3ª camada</b>	-	rolo de lã	rolo de espuma
<b>Descrição 2ª e 3ª camada</b>	-	aplicação de resina específica para selante com rolo de lã	aplicação de resina específica para selante com rolo de espuma
<b>Duração da aplicação de cada camada</b>	-	40 minutos	5 minutos
<b>Tempo de secagem de cada camada</b>	-	20 minutos	10 minutos

(fonte: elaborado pela autora)

A aplicação da pintura de alto desempenho foi executada conforme item 3.4.3.4. O revestimento de múltiplas camadas combinou uma camada autonivelante com aspersão de agregados e duas camadas de pintura como acabamento, segundo é indicado no item 3.4.3.3.

Os procedimentos de aplicação de cada tipo de revestimento são muito diferentes, no entanto, o que pode ser considerado para fins de comparação é o tempo de secagem de cada camada de resina, que interfere diretamente no tempo total de execução. É importante ressaltar que o tempo de secagem indica o momento que pode ser continuada a execução do revestimento sem afetar a superfície, mas a resina ainda não está curada e não pode receber a carga total prevista para a função do revestimento, segundo item 3.4.4 deste trabalho.

A diferença no tempo de secagem do revestimento de resina epoxídica e de resina metil metacrilato (MMA) nas obras acompanhadas é a mesma observada na etapa da camada de imprimação e deve-se unicamente a característica de cura de cada resina, conforme é

explicado nos itens 4.2 e 4.3. Já a diferença entre os tempos de secagem da resina MMA em obra e em laboratório deve-se a quantidade e espessura de resina no revestimento.

## 6.5 ANÁLISE DAS JUNTAS EXECUTADAS

O quadro 8 apresenta as principais observações que foram analisadas sobre a execução final de juntas.

Quadro 8 - Comparação da execução de juntas

	RESINA EPÓXI - Empresa A	RESINA MMA - Empresa B	
	Pintura de alto desempenho	Revestimento de múltiplas camadas (obra)	Revestimento de múltiplas camadas (laboratório)
<b>Juntas executadas</b>	junta de trabalho	junta de trabalho e junta de dilatação	-
<b>Material para execução</b>	fita adesiva	fita adesiva, delimitador de espaço em polietileno expandido, argamassa a base de resina MMA	-
<b>Descrição junta de trabalho</b>	colocação de fita adesiva para delimitar a área de aplicação	colocação de fita adesiva para delimitar a área de aplicação	-
<b>Descrição junta de dilatação</b>	-	marcação da junta com fita adesiva, corte linear do revestimento com serra mármore, preenchimento da junta com delimitador de espaço, proteção das extremidades da junta com fita adesiva e preenchimento com argamassa de MMA	-
<b>Duração da aplicação</b>	-	40 minutos	-
<b>Tempo de secagem</b>	-	15 minutos	-

(fonte: elaborado pela autora)

Como o revestimento em laboratório foi realizado em placa MDF, não houve necessidade de execução de juntas. Nos dois casos de obra houve a necessidade de realizar junta de trabalho, as quais foram executadas de forma semelhante e conforme indicado na NBR 14050 e descrito no item 3.3.3.1 deste trabalho. Somente na obra da empresa B foi necessária a execução de juntas de dilatação, as quais foram realizadas em conformidade com a NBR 14050 (item 3.3.3.2).

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal a comparação de duas técnicas de revestimento de alto desempenho em relação à facilidade e duração da aplicação com base em informações provenientes de pesquisa bibliográfica e de observação em campo. A comparação da execução dos revestimentos acompanhados foi apresentada no capítulo 6. O objetivo secundário foi atingido no capítulo 5, onde foram abordadas as técnicas construtivas dos revestimentos acompanhados em obra.

Para responder à questão de pesquisa, que trata sobre a rapidez e praticidade da aplicação da resina metil metacrilato (MMA), baseado no que foi apresentado, pode-se afirmar que a execução de um revestimento a base de MMA é mais rápida que a execução de um revestimento com resina epoxídica. O que interfere diretamente nesta conclusão é o tempo de secagem e de cura de cada resina, que passa a ser o delimitador da execução das diversas etapas do revestimento.

Quanto à praticidade de aplicação, desconsiderando o fato de que a execução de uma pintura é mais prática que a execução de um revestimento de múltiplas camadas, a resina MMA é uma resina prática de se aplicar, tanto quanto a resina epóxi. Mas a resina MMA exige uma aplicação bem programada e com um número de funcionários mínimo para que a sua aplicação seja rápida, já que a sua cura é extremamente rápida e não pode ser adiada com a adição de solvente, como é o caso das resinas epoxídicas.

Outro fator que interfere na praticidade do sistema é a viscosidade da resina que será utilizada. No caso da resina MMA, é necessário estimar o quantitativo de resina para cada camada que será aplicada, cada uma com sua propriedade específica para cada função. Já a resina epóxi é trabalhada com adição de solvente para obtenção da viscosidade desejada, simplificando o quantitativo de material necessário, mas também dando margem ao erro de dosagem do solvente.

Os revestimentos monolíticos de alto desempenho a base de resinas estão cada vez mais inseridos no mercado por representar uma solução prática e com um bom custo-benefício. É importante, no entanto, que haja uma conscientização de que a aplicação deste tipo de



revestimento deve ser realizada por equipe capacitada e sempre seguindo as indicações do fabricante e da norma NBR 14050 para que se obtenha um produto de qualidade. Assim estes sistemas representarão de fato a inovação a que se propõem.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 17**, de 16 de abril de 2010. [S.l.], 2010. Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33836/349757/RDC%2BN%2B17-10.pdf/7931c7b4-d882-4223-ad67-bb12e6e869ec>>. Acesso em: 25 maio 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14050**: sistemas de revestimentos de alto desempenho, à base de resinas epoxídicas e agregados minerais – projeto, execução e avaliação do desempenho - procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO.

**CR 004/2012** – Guia prático para preparação de superfícies de concreto. São Paulo, 2012.

Disponível em: <[http://site.anapre.org.br/pdfs/CR004-12-](http://site.anapre.org.br/pdfs/CR004-12-GUIA_PRATICO_PARA_PREPARACAO_DE_SUPERFICIES_DE_CONCRETO.pdf)

[GUIA\\_PRATICO\\_PARA\\_PREPARACAO\\_DE\\_SUPERFICIES\\_DE\\_CONCRETO.pdf](http://site.anapre.org.br/pdfs/CR004-12-GUIA_PRATICO_PARA_PREPARACAO_DE_SUPERFICIES_DE_CONCRETO.pdf)>.

Acesso em: 16 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **CR 002/2011** - Recomendações para a seleção de revestimento de alto desempenho (RAD). São Paulo, 2011. Disponível em:

<[http://site.anapre.org.br/pdfs/CR002\\_RECOMENDACOES\\_PARA\\_A\\_SELECAO\\_DE\\_RAD.pdf](http://site.anapre.org.br/pdfs/CR002_RECOMENDACOES_PARA_A_SELECAO_DE_RAD.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

EVONIK. **Chemical Resistance**: DEFADUR Systems. Hanau, DE, out. 2014. Material técnico.

\_\_\_\_\_. **Methacrylates for industrial flooring**: Background of Chemistry. Hanau, DE, ago. 2011. Apresentação técnica n. 3.

\_\_\_\_\_. **Methacrylates for industrial flooring**: DEGADUR vs. other resins. Hanau, DE, set. 2011. Material técnico n. 2.

\_\_\_\_\_. **DEGADUR 418 and DEGADUR 526**: for industrial and commercial floors in wet areas. Hanau, DE, mar. 2009. Material técnico.

FONTEYNE, Alexis Joseph Steverlynck. Pisos e revestimentos para salas limpas. **Obra 24 horas**, [S.l.], ago. 2014. Não paginado. Disponível em:

<<http://www.obra24horas.com.br/artigos/revestimentos/pisos-e-revestimentos-para-salas-limpas>>. Acesso em: 15 maio 2017.

\_\_\_\_\_. Resinas, uma visão sistêmica. **Obra 24 horas**, [S.l.], set. 2014. Não paginado.

Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/artigos/revestimentos/resinas--uma-visao-sistemica>>. Acesso em: 15 maio 2017.

MIAKI. **Manual de Supervisão Técnica**. São Bernardo do Campo, [2016?]. Material técnico.

NS BRAZIL. **Revestimento a base de resina de Metil Metacrilato – MMA**. Diadema, nov. 2011. Disponível em:

<<http://www.nsbrazil.com.br/ups/65ded5353c5ee48d0b7d48c591b8f430.pdf>>. Acesso em 19

set. 2016.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira De. A seleção de um revestimento de alto desempenho apropriado. **Obra 24 horas**, [S.l.], jun. 2012. Não paginado. Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/artigos/revestimentos/a-selecao-de-um-revestimento-de-alto-desempenho-apropriado>>. Acesso em: 15 maio 2017.

SILIKAL. **Reactive Resins and Polymer concrete for industrial flooring and civil engineering**: Methacrylate reactive resins. Mainhausen, DE, mar. 2017. Documentação técnica n. MMA 4.01.A.

THE RESIN FLOOR ASSOCIATION. **Guide to preparing substrates to receive resin flooring and finishing of resin terrazzo systems**. Farnham, UK, ago. 2011 (revisado em jul. 2014). Disponível em: <<http://www.ferfa.org.uk/pdf/FeRFAPublications/TGN11SurfacePrep.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Chemical resistance of resin flooring**. Farnham, UK, fev. 2005 (revisado em jan. 2009). Disponível em: <<http://www.ferfa.org.uk/pdf/FeRFAPublications/TGN03ChemResistance.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Guide to the selection of synthetic resin flooring**. Farnham, UK, set. 2001 (revisado em jan. 2009). Disponível em: <<http://www.ferfa.org.uk/pdf/FeRFAPublications/SpecGuideCPD.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Guide to the specification and application of synthetic resin flooring**. Farnham, UK, 1999 (revisado em jun. 2016). Disponível em: <<http://www.ferfa.org.uk/pdf/FeRFAPublications/SpecGuideCPD.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

TSCHOPP, Walter; HADDAD, Michel. Limpeza e Conservação de Revestimento de Alto Desempenho e Instalações Industriais. **Obra 24 horas**, [S.l.], nov. 2011. Não paginado. Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/artigos/revestimentos/limpeza-e-conservacao-de-revestimento-de-alto-desempenho-e-instalacoes-industriais>>. Acesso em: 15 maio 2017.

WOLFF, Michael F.. A resina MMA literalmente aos seus pés. **Obra 24 horas**, [S.l.], ago. 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/artigos/revestimentos/a-resina-mma-literalmente-aos-seus-pes>>. Acesso em: 15 maio 2017.

## **ANEXO A – Tabela de decisão para seleção do tipo de revestimento**

Critério	Requisitos de desempenho	01	02	03	04	05
Ação mecânica	Impacto	++	(+)	+	n.a	(+)
	Abrasão	+	+	+	n.a	(+)
	Condições de tráfego <sup>1)</sup>	A	L	M	0	L
	Tração	+	+	+	n.a	+
	Flexão	++	++	++	n.a	++
	Compressão	++	++	++	n.a	+
Ação química <sup>2)</sup>						
Acabamento superficial	Liso	(+)	+	n.a	(+)	+
	Rugoso	+	n.a	+	(+)	(+)
	Antiderrapante	+	n.a	++	+	(+)
	Decorativo	(+)	+	(+)	(+)	++
Limpeza		(+)	++	(+)	+	+
Superfície de aplicação	Horizontal	+	+	+	+	+
	Vertical	+	n.a	n.a	+	n.a
	Inclinação do substrato até 1,5%	+	+	+	+	+
	Inclinação do substrato até 5%	+	n.a	+	+	n.a
<p><sup>1)</sup> 0 = nenhuma; L = leve; M = médio; A = alto.</p> <p><sup>2)</sup> Cada tipo apresenta desempenho diferenciado conforme ataque químico avaliado de acordo com o método ASTM C 267 e valores acordados previamente entre fabricante e usuário.</p> <p>NOTAS</p> <p>1 ++ atende bem ao requisito.</p> <p>2 + atende ao requisito.</p> <p>3 (+) atende com restrições ao requisito.</p> <p>4 n.a. não se aplica ou não se recomenda.</p>						

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 30)

## **ANEXO B – Resistência química de resinas a base de metil metacrilato**

DEGADUR® Floorcoating Systems														
Chemical Resistance after 30 days load at +23°C														
DGD = DEGADUR®														
Chemicals Test substances	formulation		151/1	151/1 broadcast with flakes 3-5 mm DGD 151sl, pigmented, little Topcoat DGD 112	151/3 DGD 151sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 165	151/2 DGD 151ta, coloured sand, trowel applied intermediate Primer DGD 112 Topcoat DGD 165	418/1 DGD 418sl, pigmented, little broadcast with flakes 3-5 mm Topcoat DGD 527, little broadcast with flakes	418/1 DGD 418sl, pigmented with quartz sand 0.6-1.2 mm broadcast DGD 332sl, pigmented, fully DGD 332sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 528, pigmented	332/2 DGD 332sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 528	430/2 DGD 332/430sl, pigmented, fully broadcast with quartz sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 528, pigmented	430/2 DGD 332/430sl, fully broadcast with coloured sand 1.2-1.8 mm Topcoat DGD 528	419/1 DGD 419SL, pigmented, fully broadcast with coloured sand 0.6-1.2mm Topcoat DGD 529		
	amount													
<b>Inorganic acids</b>														
Hydrochloric acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Hydrochloric acid	37% (conc.)	++	++	++	++	+	++	+	+	+	+	+	+	
Sulphuric acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Sulphuric acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Sulphuric acid	50%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Phosphoric acid	20%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Phosphoric acid	40%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Phosphoric acid	85 % (conc.)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Nitric acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Nitric acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Nitric acid	65% (conc.)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
<b>Organic acids</b>														
Formic acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Formic acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Formic acid	98%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Acetic acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Acetic acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Acetic acid	100%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Lactic acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Lactic acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Lactic acid	90% (conc.)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Oleic acid	concentrated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Tartaric acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Tartaric acid	50%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Citric acid	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Citric acid	30%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
Citric acid	50%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	

++ resistant  
 + resistant, but discolouration  
 - limited resistance  
 -- not resistant

(\*) = 1 h resistant ++  
 (\*\*) = 1 d resistant ++  
 (\*\*\*) = 1 w resistant ++

(fonte: EVONIK, 2014, p. 3)

DEGADUR® Floorcoating Systems															
Chemical Resistance after 30 days load at +23°C															
DGD = DEGADUR®															
Chemicals Test substances	formulation		151/1	151/1 broadcast with flakes 3-5 mm intermediate Primer DGD 112	151/3 with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 165	151/2 DGD 151ta, coloured sand, trowel applied intermediate Primer DGD 112	418/1 DGD 418sl, pigmented	418/1 little broadcast with flakes 3-5 mm DGD 418sl, pigmented, with flakes	418/2 DGD 418sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 526	332/2 DGD 332sl, pigmented, fully broadcast with quartz sand 0.6-1.2 mm Topcoat DGD 528, pigmented	332/2 DGD 332sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 528	430/2 DGD 332/430sl, pigmented, fully broadcast with quartz sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 528, pigmented	430/2 DGD 332/430sl, fully broadcast with coloured sand 1.2-1.8 mm Topcoat DGD 528	419/1 DGD 419SL, pigmented, fully broadcast with coloured sand 0.6-1.2mm Topcoat DGD 529	
	amount														
Alkali															
Ammonia	10%	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	++	+	++	++
Ammonia	25 % (conc.)	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	++	+	++	++
Caustic soda solution	10%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Caustic soda solution	20%	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Caustic soda solution	concentrated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Milk of lime	boigated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Salt solutions															
Ammonium chloride	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Ammonium sulphate	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Calcium chloride	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Potassium chloride	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Potassium permanganate	saturated	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Copper sulphate, vitriol	saturated	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sodium carbonate, soda	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Sodium chloride	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Sodium hypochlorite	saturated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Bleach	saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
disinfectant + cleaning agent															
Includal® solution Antisept	concentrated														
Sterillium®	concentrated														
Mikrobac® forte	concentrated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Dr. Stöcker Reiniger VPS 6528	concentrated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Sator®	concentrated	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

(\*) = 1 h resistant ++  
 (\*\*) = 1 d resistant ++  
 (\*\*\*) = 1 w resistant ++

++ resistant  
 + resistant, but discolouration  
 - limited resistance  
 -- not resistant

(fonte: EVONIK, 2014, p. 4)



DEGADUR® Floorcoating Systems		formulation amount	151/1	151/1	151/3	151/2	418/1	418/1	418/2	332/2	430/2	430/2	419/1
Chemicals Test substances			DGD 151sl, pigmented Intermediate Primer DGD 112	DGD 151sl, pigmented, little broadcast with flakes 3-5 mm Topcoat DGD 165	Topcoat DGD 165 with coloured sand 0.7-1.2 mm	DGD 151ta, coloured sand, trowel applied intermediate Primer DGD 112 Topcoat DGD 165	DGD 418sl, pigmented Topcoat DGD 527, pigmented	DGD 418sl, pigmented, little broadcast with flakes 3-5 mm Topcoat DGD 527, little broadcast with flakes	DGD 418sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm Topcoat DGD 526	DGD 332sl, pigmented, fully broadcast with quartz sand 0.6-1.2 mm Topcoat DGD 528, pigmented	DGD 332/430sl, fully broadcast with coloured sand 1.2-1.8 mm Topcoat DGD 528, pigmented	DGD 419SL, pigmented, fully broadcast with coloured sand 0.6-1.2mm Topcoat DGD 528	
Chemical Resistance after 30 days load at +23°C													
DGD = DEGADUR®													
Organic Solvents													
Acetone			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Butanol			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Butyl acetate			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclohexane			++	++	++	++	++	++	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Diethyl ether			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethanol			- (*)	- (*)	- (**)	- (**)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	++
Diethylene glycol			++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Isopropanol			- (*)	- (*)	- (***)	- (***)	- (**)	- (**)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Methanol			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methylene chloride			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methyl ethyl ketone			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methyl isobutyl ketone			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n-Hexane			++	++	++	++	++	++	- (**)	- (*)	- (**)	- (**)	- (*)
Perchloroethylene			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
White spirit, 100 -140°C			++	++	++	++	++	++	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Toluene			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylene			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plasticizer													
Dibutyl maleate			++	++	++	++	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Mesamoll II			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alkylsulphonic phenyl ester			++	++	++	++	++	++	++	- (***)	- (***)	- (***)	- (***)
Fuels + Oils													
Kerosene			++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	- (**)
Regular petrol, unleaded			++	++	++	++	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Supergrade petrol, unleaded			- (**)	- (**)	- (***)	- (**)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)	- (*)
Diesel			++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	- (**)
ISO 1817 Liquid F = Dieseloil + additive			++	++	++	++	++	++	++	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)

++ resistant  
+ resistant, but discolouration  
- limited resistance  
-- not resistant

(\*) = 1 h resistant ++  
(\*\*) = 1 d resistant ++  
(\*\*\*) = 1 w resistant ++

(fonte: EVONIK, 2014, p. 5)

DEGADUR® Floorcoating Systems		formulation amount	Chemicals Test substances											
DGD = DEGADUR®														
Chemical Resistance after 30 days load at +23°C														
151/1	151/1	151/3	151/2	418/1	418/1	418/1	418/2	332/2	332/2	332/2	430/2	430/2	430/2	419/1
DGD 151sl, pigmented intermediate Primer DGD 112	DGD 151sl, pigmented, little broadcast with flakes 3-5 mm	DGD 151sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm	DGD 151ta, coloured sand, trowel applied intermediate Primer DGD 112	Topcoat DGD 527, pigmented	DGD 418sl, pigmented	DGD 418sl, pigmented, little broadcast with flakes 3-5 mm	DGD 418sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm	Topcoat DGD 528, pigmented	DGD 332sl, fully broadcast with coloured sand 0.7-1.2 mm	DGD 332/430sl, pigmented, fully broadcast with quartz sand 0.7-1.2 mm	Topcoat DGD 528, pigmented	DGD 332/430sl, fully broadcast with coloured sand 1.2-1.8 mm	Topcoat DGD 528	DGD 419SL, pigmented, fully broadcast with coloured sand 0.6-1.2mm
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	

(\*) = 1 h resistant ++  
 (\*\*) = 1 d resistant ++  
 (\*\*\*) = 1 w resistant ++

++ resistant  
 + resistant, but discolouration  
 - limited resistance  
 -- not resistant

(fonte: EVONIK, 2014, p. 6)

### **ANEXO C – Tabela de dosagem do catalisador BPO (%)**



Ceramica											
Resina	72	81	727	727	61	368	71	51	52	B 71	B71
Temp	% BPO		Adit. I	Adit. I e M							Adit. HP
-10° C	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	7,0%	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic
-5° C	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	5,0%	6,0%	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic
0° C	Ñ Aplic	3,0%	5,0%	6,0%	6,0%	Ñ Aplic	4,0%	5,0%	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic
5° C	Ñ Aplic	2,5%	4,5%	5,5%	5,0%	6,0%	3,5%	4,5%	6,0%	6,0%	7,0%
10° C	4,0%	2,0%	4,0%	5,0%	4,0%	4,0%	3,0%	4,0%	5,0%	5,0%	6,0%
15° C	3,0%	1,5%	3,5%	4,5%	3,5%	3,0%	2,5%	3,5%	4,0%	4,0%	5,0%
20° C	2,0%	1,0%	3,0%	4,0%	3,0%	2,0%	2,0%	3,0%	3,0%	3,0%	4,0%
25° C	1,5%	1,0%	2,5%	3,5%	2,5%	1,5%	1,5%	2,5%	2,5%	2,5%	3,5%
30° C	1,0%	1,0%	2,0%	3,0%	2,0%	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	3,0%

° C											
Temp.	526	527	528	332	419	112	5°	6,0%	5,0%	Ceramica	
0° a 5°	Ñ Aplic	Ñ Aplic	Ñ Aplic	c/ aditivo	5,0%	6,0%	10°	5,0%	4,0%	Adit.M	0,36%
5 a 10°	1,5%	1,5%	4,5%	5,0%	4,5%	5,0%	15°	3,0%	3,0%	Adit.I	18%
10 a 20°	1,5%	1,5%	3,0%	4,0%	3,0%	4,0%	20°	2,0%	2,0%	Ceramica	
20 a 25°	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	3,0%	25°	1,5%	1,0%	B71	
25 a 30°	1,0%	1,0%	1,0%	2,0%	1,0%	2,0%	30°	1,0%	1,0%	Adit.HP	0,36%

Aditivo Za Resinas 52, 62 e 368		
Temp.	Adit. ZA	BPO
5° a -5°	0,5%	6,0%
-5° a -10°	1,0%	6,0%
-10° a -15°	1,5%	6,0%
-15° a -20°	2,0%	6,0%
-20° a -25°	2,5 - 3,0%	6,0%

Temp. - 0°C 101 no B71 e 332		
Temp.	Aceler. 101	BPO
0	0,50%	5,0%
-10	1,00%	5,0%
-20	2,00%	5,0%
-30	3,00%	5,0%

Traffic 465	
Temp.	BPO
10°	3%
20°	1,50%
30°	0,70%

(fonte: MIAKI, [2016?], p. 22)